



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Dimensionado y estudio de viabilidad técnico-económica de alternativas para auto-abastecimiento energético de alojamiento rural aislado de red.

Autor/es

MARCOS MUÑOZ PEREZ

Director/es

JUAN MANUEL BLANCO BARRERO

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Eléctrica

Departamento

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Curso académico

2019-20



Dimensionado y estudio de viabilidad técnico-económica de alternativas para auto-abastecimiento energético de alojamiento rural aislado de red., de
MARCOS MUÑOZ PEREZ

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Eléctrica

CURSO: 2019-2020

CONVOCATORIA: JULIO

TÍTULO:

**DIMENSIONADO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO-
ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS PARA
AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE
ALOJAMIENTO RURAL AISLADO DE RED.**

ESTUDIANTE: Marcos Muñoz Pérez

TUTORES/AS: Juan Manuel Blanco Barrero

DEPARTAMENTO: Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

PERFIL EN APLICACIONES ELÉCTRICAS BASADAS EN ENERGÍAS RENOVABLES

**DIMENSIONADO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO-
ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS PARA
AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE ALOJAMIENTO
RURAL AISLADO DE RED.**

AUTOR: MARCOS MUÑOZ PÉREZ

TUTOR: JUAN MANUEL BLANCO BARRERO

FECHA: JULIO 2020

Resumen.

En el presente proyecto se realizará el estudio y dimensionado de varias opciones para el autoabastecimiento energético eléctrico completo y el autoabastecimiento energético térmico para agua caliente sanitaria máximo posible, para una vivienda de alojamientos rurales.

Dentro de estas diversas opciones para el autoabastecimiento energético eléctrico entran: un sistema solar fotovoltaico puro aislado de red, un sistema eólico puro aislado de red y un sistema mixto (eólico y fotovoltaico) aislado de red.

Por su parte, para el autoabastecimiento energético térmico entra: un sistema solar térmico (con uno o dos colectores térmicos).

Comparando la viabilidad técnica y económica de los distintos escenarios, se llegará a la conclusión de que el sistema para autoabastecimiento energético eléctrico será el puramente fotovoltaico aislado de red. Mientras que para el sistema de autoabastecimiento energético térmico para agua caliente sanitaria será el solar térmico con un único colector térmico.

La inversión para realizar tal proyecto asciende a 18235,23 €, teniendo un periodo de retorno de 20,23 años aproximadamente. (Esto teniendo en cuenta el coste de elementos que deberían adquirirse aunque no se tomaran estas opciones).

UNIVERSITY OF LA RIOJA

HIGHER TECHNICAL SCHOOL OF INDUSTRIAL ENGINEERING

DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING

PROFILE IN RENEWABLE ENERGY BASED ELECTRICAL APPLICATIONS

**DIMENSIONED AND TECHNICAL-ECONOMIC FEASIBILITY
STUDY OF ALTERNATIVES FOR ENERGY SELF-SUPPLY OF
RURAL ACCOMMODATION ISOLATED FROM THE
ELECTRICAL NETWORK**

AUTHOR: MARCOS MUÑOZ PÉREZ

TUTOR: JUAN MANUEL BLANCO BARRERO

DATE: JULY 2020

Summary.

In the present project, the study and sizing of various options will be carried out for complete electrical energy self-sufficiency and thermal energy self-sufficiency for maximum possible domestic hot water, for a rural accommodation dwelling.

Among these various options for electrical energy self-sufficiency are: a grid-isolated pure photovoltaic solar system, a grid-isolated pure wind system and a grid-isolated mixed (wind and photovoltaic) system.

On the other hand, for thermal energy self-sufficiency enters: a solar thermal system (with one or two thermal collectors).

Comparing the technical and economic viability of the different scenarios, it will be concluded that the system for self-sufficiency in electrical energy will be purely photovoltaic isolated from the grid. While for the thermal energy self-sufficiency system for sanitary hot water it will be the thermal solar with a single thermal collector.

The investment to carry out such a project amounts to 18235,23 €, with a return period of approximately 20,23 years. (This taking into account the cost of items that should be purchased even if these options were not taken).

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.	4
2. ANEXOS.	26
2.1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.	27
2.2. PLAN DE MANTENIMIENTO.....	103
2.3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	110
3. PLIEGO DE CONDICIONES.....	121
3.1. PLIEGO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.	122
3.2. PLIEGO SISTEMA SOLAR TERMICO.	141
4. PRESUPUESTO.	166
5. ESTUDIO ECONÓMICO.	172
6. PLANOS.	178

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Aspectos generales.....	7
1.1. Antecedentes.	7
1.2. Objetivo del proyecto.....	7
1.3. Alcance.	7
1.4. Titular de la instalación.	7
1.5. Emplazamiento de la instalación.....	8
1.6. Descripción de la instalación.....	8
1.7. Legislación y normativa aplicable.....	8
1.8. Programas de diseño y calculo.....	9
1.9. Requisitos del cliente.	10
2. Datos de partida.	10
2.1. Demanda energética.	10
2.1.1. Demanda energética Eléctrica.	10
2.1.2. Demanda energética Térmica ACS.....	10
2.2. Radiación solar.	11
2.2.1. Mes e inclinación de diseño.	12
3. Análisis solución adoptada.....	12
3.1. Descripción de la solución adoptada.....	12
3.1.1. Fotovoltaica.....	12
3.1.2. Térmica ACS.....	12
3.2. Equipos.....	13
3.2.1. Módulos fotovoltaicos.....	13
3.2.1.1. Aspectos generales.....	13
3.2.1.2. Conexionado entre los módulos.	14
3.2.2. Regulador de carga.....	14
3.2.3. Baterías.....	14
3.2.4. Inversor.	14
3.2.5. Cableado.....	15
3.2.6. Canalizaciones o tubos de protección.....	15
3.2.7. Protecciones.....	17
3.2.8. Puesta a tierra.	18
3.2.8.1. Aspectos generales.....	18
3.2.8.2. Características de la instalación y el terreno.	18
3.2.8.3. Tomas de tierra.	19

3.2.9. Cuadros eléctricos.....	19
3.2.10. Fluido caloportador.....	20
3.2.11. Sistema de captación.....	20
3.2.12. Sistema de acumulación e intercambio.....	21
3.2.13. Circuito hidráulico.....	21
3.2.13.1. Tuberías.....	21
3.2.13.2. Bomba de recirculación.....	21
3.2.13.3. Vaso de expansión.....	22
3.2.13.4. Purgador y desaireador.....	22
3.2.13.5. Válvulas.....	22
3.2.14. Aislamiento térmico.....	22
3.2.15. Sistema auxiliar.....	22
3.2.16. Sistema eléctrico y de control.....	23
4. Recinto para la ubicación de los distintos elementos.....	23
5. Resultados.....	24
5.1. Sistema Fotovoltaico.....	24
5.2. Sistema Térmico ACS.....	25

1. Aspectos generales.

1.1. Antecedentes.

El presente proyecto es un encargo del propietario del alojamiento rural y ha sido redactado por el Ingeniero Marcos Muñoz Pérez.

Es objeto del proyecto diseñar la instalación de forma que se cumplan las exigencias técnicas de bienestar e higiene, eficiencia energética y seguridad que establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

1.2. Objetivo del proyecto.

El objeto del proyecto es el dimensionado de una instalación fotovoltaica, para el abastecimiento del suministro eléctrico en su totalidad, y el diseño de una instalación solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) para un alojamiento rural de cuatro apartamentos.

Además se realizara un estudio económico comparando la inversión necesaria en caso de que el suministro eléctrico se efectuara através de un enlace con la red de distribución, y que la totalidad de la energía térmica la obtuviésemos del suministro contratado.

El presente proyecto está basado en la normativa vigente.

1.3. Alcance.

El alcance del proyecto se reparte de la siguiente forma:

- Hacer la evaluación del recurso solar disponible para el emplazamiento donde se desea hacer la instalación. Con esta información inicialmente podemos saber que tan viable económicamente es el proyecto y también cuales son los parámetros necesarios para hacer una instalación fotovoltaica y una instalación térmica de ACS correctamente dimensionadas
- Realizar un estudio de la demanda en nuestro emplazamiento, con el cual podamos crear un perfil de consumo lo más detallado posible y así dimensionar de acuerdo a estos requerimientos.
- Dimensionado de la instalación sobre el tejado de la vivienda, teniendo en cuenta la ubicación de los paneles.
- Estudio de alternativas a estas instalaciones.
- Estudio económico sobre la viabilidad de la instalación.
- Presupuesto de la instalación.

1.4. Titular de la instalación.

El titular de la instalación es la empresa consultora "MarkElectric", así como el encargado del mantenimiento de dichos elementos, cuyo plan de mantenimiento queda reflejado más adelante en el documento "ANEXOS".

1.5. Emplazamiento de la instalación.

El alojamiento rural se encuentra situado en la localidad de Haro, La Rioja. A continuación se indican las coordenadas de situación del edificio:

- Latitud: 42°34'19.2"N
- Longitud: 2°51'42.6"W
- Altitud: 479 m

1.6. Descripción de la instalación.

Se dispone de un alojamiento rural con 4 apartamentos que permiten la residencia de 4 personas cada uno. Este alojamiento tiene un hall común y un cuarto de aparamenta donde irán alojados todos los aparatos eléctricos necesarios así como los aparatos del sistema de ACS. Las superficies de estos lugares son:

- Alojamiento total= 14.25m x 26.25m= 374.06 m²
- Apartamento= 7.125m x 11.25m= 80.15 m²
- Zona común= 9.375m x 3.75m= 35.156 m²
- Cuarto de aparamenta= 4.95m x 3.75m= 18.56 m²

Con respecto a los paneles solares y el colector térmico se montarán en el tejado perfectamente orientado al sur con la misma inclinación de este (25°).

1.7. Legislación y normativa aplicable.

Las leyes y normativas en las cuales se basa este proyecto son las siguientes:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico (BOE no 285 de 28/11/1977)
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de baja tensión.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones aisladas publicado por el IDAE.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/97 del 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ordenanzas municipales.
- R.D. 485/97 del 14 de abril; Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1407/1992 modificado por el R.D. 159/1995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.
- R.D. 773/1997 del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- R.D. 1435/1992 modificado por R.D. 56/1995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las maquinas.
- R.D. 1495/1986, modificada por R.D. 830/1991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las maquinas.
- Orden del Ministerio de Industria 23/05/1977 modificada por Orden de 7/03/1981, Reglamento de aparatos elevadores para obra.
- R.D. 1316/1989, del Mo de Relaciones con las Cortes y de la Secretaria del Gobierno. 27/10/1989 Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 245/1989 del Ministerio de Industria y Energía. 27/02/1989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía. 17/11/1989. Modificación del R.D. 245/1989, 27/02/1989.
- Orden del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. 18/07/1991. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1989, 27/02/1989.
- R.D. 71/1992, del Ministerio de Industria, 31/01/1992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1989, 27/02/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía. 29/03/1996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1989.
- R.D. 487/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbares para los trabajadores.
- Código Técnico de Edificación (CTE).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus
- Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura
- del IDAE.
- Reglamento de Equipos a Presión (REP).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus
- Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE
- Otras normativas

1.8. Programas de diseño y calculo.

Para la realización del diseño y cálculo del sistema fotovoltaico y sistema térmico de ACS del presente proyecto se ha utilizado el siguiente programa de cálculo:

- MICROSOFT OFFICE EXCEL 2010:

Se trata de un programa informático de tablas de cálculo. Se ha utilizado para realizar todos y cada uno de los cálculos necesarios para el dimensionado del sistema FV y del sistema térmico de ACS.

1.9. Requisitos del cliente.

Entre los requisitos impuestos por el cliente se encuentra: hacer el mejor aprovechamiento posible de las instalaciones y recursos disponibles en la finca, por lo cual se tratará de realizar la instalación con el menor número de trabajos agregados a las condiciones actuales del emplazamiento. Entre las condiciones principales se encuentran:

- Tratar de utilizar la superficie ofrecida por el tejado sur, haciendo el menor número de modificaciones posibles.
- Aprovechar las conexiones existentes entre el cuadro de distribución y las cargas, como también de las canalizaciones disponibles, siempre y cuando sea posible.
- Usar el espacio del cuarto de aparamenta para alojar todo los aparatos necesarios.

Con las tres reglas principales nombradas anteriormente se busca hacer el mejor uso del emplazamiento y evitar gastos innecesarios.

2. Datos de partida.

2.1. Demanda energética.

2.1.1. Demanda energética Eléctrica.

Como se verá en el apartado "1." de "Cálculos Justificativos" se estima un consumo mensual en función de los apartamentos ocupados y los distintos electrodomésticos usados unas determinadas horas diarias.

Esta demanda energética eléctrica estimada (media diaria por mes) es de:

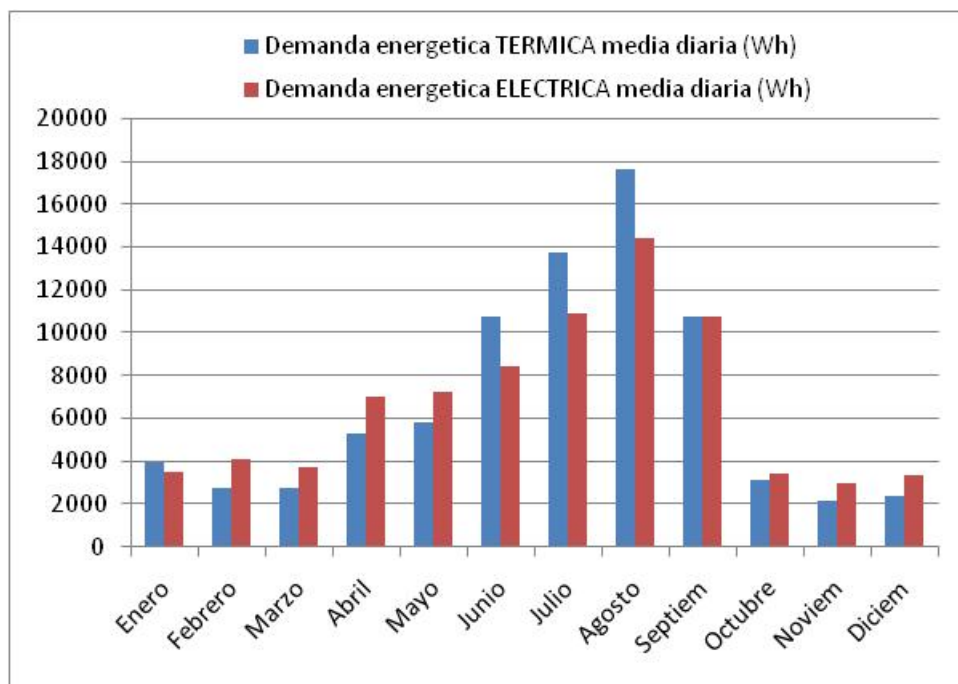
Consumo medio diario (Wh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
3501,53	4135,14	3751,23	7027,42	7256,37	8403,5	10868,4	14419	10729,3	3468,06	2980,25	3390,48

2.1.2. Demanda energética Térmica ACS.

Como se verá en el apartado "2." de "Cálculos Justificativos" se estima un consumo energético mensual en función de los litros de agua consumidos y otros factores explicados en dicho apartado.

Esta demanda energética Térmica estimada (media diaria por mes) es de:

Demanda energetica media diaria (Wh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
3926,79	2763,07	2777,55	5278,18	5856,35	10730,3	13722	17642,6	10730,3	3123,39	2152,6	2423,26



Como se ve, para las dos energías, el mes con mayor demanda es agosto.

2.2. Radiación solar.

Como se verá en el apartado “3.” de “Cálculos Justificativos”, con ayuda del programa PV-GIS, se ha ido obteniendo la irradiación media mensual de cada mes del año de los años 2005 a 2016 para inclinaciones de 5 en 5 grados para la localidad de Haro y se ha hecho la media:

días	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Irradiacion media diaria (Wh/m2)												
inclinacion\ mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	1640	2352,3	3736,8	4909,3	5826,37	6573,11	6947,1	6125,9	4600,3333	3105,4	1806,667	1522,634
5	1827,3	2552	3942,4	5052,3	5906,02	6615,89	7022,7	6281,4	4817,1667	3348,7	1994,278	1730,403
10	2005,4	2739	4127,9	5169,6	5956,96	6624,83	7061,8	6402,9	5008,5556	3574,5	2172,028	1929,301
15	2173,1	2911,5	4291,3	5260,1	5977,69	6611,64	7069,3	6488,7	5172,5556	3780,7	2338,278	2117,661
20	2328,7	3068	4431,3	5322,5	5966,21	6558,81	7034,8	6537,7	5307,6667	3965,5	2491,861	2294,005
25	2470,9	3207,2	4546,6	5356,3	5922,58	6470,28	6960,5	6549,2	5412,4722	4127,3	2631,306	2456,855
30	2598,8	3327,9	4636	5360,5	5846,72	6346,17	6846,2	6522,4	5485,8611	4264,8	2755,472	2604,839
35	2711,2	3429	4698,4	5335,2	5738,82	6187,19	6692,7	6457,3	5527	4376,5	2863,333	2736,801
40	2807	3509,7	4733,4	5280,3	5599,35	5993,92	6507,3	6358,3	5535,4167	4461,5	2954,028	2851,64
45	2885,7	3569,1	4740,3	5197,1	5437,1	5782,78	6285,2	6221,4	5511,4167	4518,9	3026,583	2948,414
50	2946,4	3606,8	4719,1	5086	5247,31	5541,64	6037,3	6051,7	5453,6944	4548,1	3080,528	3026,21
55	2988,6	3622,1	4669,4	4946,3	5028,82	5269,89	5754	5847	5362,7222	4548,8	3115,306	3084,489
60	3011,9	3615,2	4591,7	4778,7	4783,01	4969,53	5438	5607,6	5239,1389	4520,7	3130,556	3122,661
65	3016,1	3585,8	4486,2	4584,4	4511,48	4642,72	5091	5334,9	5083,6111	4464	3126,139	3140,538
70	3001,2	3534	4353,8	4364,6	4216,37	4291,69	4715,8	5030,9	4897,2778	4379	3102	3137,688
75	2967,1	3460,3	4195,3	4120,9	3897,77	3894,33	4306,8	4697,5	4681,2222	4266,2	3058,306	3114,274
80	2914,1	3365,3	4011,9	3854,9	3549,35	3524,39	3883,2	4334,5	4437,1667	4126,5	2995,194	3070,376
85	2842,7	3249,3	3804,8	3568,9	3198,09	3144,08	3460,1	3947,1	4166,7778	3960,8	2913,389	3006,371
90	2753,3	3113,4	3575,7	3258,5	2847,85	2750,94	3032,2	3538,7	3872,0833	3770,3	2813,306	2922,661

2.2.1. Mes e inclinación de diseño.

Tanto para el sistema FV como para el sistema térmico el **mes de diseño es Agosto** y la **inclinación** de los módulos y colector térmico es de **25°**.

Todo esto está detalladamente explicado en los apartados “3.1” y “3.2” de “Cálculos Justificativos”.

3. Análisis solución adoptada.

3.1. Descripción de la solución adoptada.

3.1.1. Fotovoltaica.

Para poder desarrollar un sistema fotovoltaico aislado, primero se deben tener en cuenta todas las cargas que se tienen que alimentar con el generador y las condiciones del recurso solar (Como ya hemos visto anteriormente).

Las cargas requeridas por el sistema pueden depender del día, estas van a variar según sean días entre semana y fines de semana o festividades. También se tienen en cuenta los periodos vacacionales, la mayor demanda de apartamentos según meses del año, etc.

Gracias a la información obtenida en el apartado “1.” del documento “Cálculos Justificativos”, se puede decir que en el emplazamiento el mes más desfavorable es Agosto con un consumo energético promedio diario de 14419 Wh y se cuenta un recurso energético promedio diario de 6549.2Wh/m², se debe calcular el número de paneles necesarios para cubrir dicha demanda. Como se muestra en el apartado “4.3” del documento “Cálculos Justificativos”.

Posteriormente con base al consumo promedio diario, la profundidad de descarga de la batería (75%) y el número de días de autonomía de nuestro sistema obtenemos el número de baterías necesarias (apartado “4.2” de “Cálculos Justificativos”).

Además de los paneles solares y las baterías, el sistema precisa para su funcionamiento, de un regulador de carga que se encarga de proteger la batería ante sobrecargas y ante descargas excesivas de las baterías mediante la desconexión de las cargas. Para conocer bien que regulador se debe usar, es necesario conocer la tensión del sistema, que en este caso es de 48V, como también conocer cuál es la corriente máxima que debería soportar el regulador (apartado “4.4” de “Cálculos Justificativos”).

El inversor necesario para la instalación debe proporcionar la potencia exigida por las cargas, que es de 4800W, y la tensión alterna de funcionamiento de las cargas que es de 230V (apartado “4.5” de “Cálculos Justificativos”).

La tensión saliente del inversor deberá llegar a un cuadro eléctrico donde se encuentran las protecciones del sistema y se distribuyen las cargas.

3.1.2. Térmica ACS.

Para poder desarrollar un sistema térmica de ACS, primero se deben tener en cuenta la demanda en litros y el correspondiente valor de la energía necesaria para calentar esa agua a la temperatura requerida y las condiciones del recurso solar (Como ya hemos visto anteriormente).

La demanda térmica puede depender del día, estara a variar según sean días entre semana y fines de semana o festividades. También se tienen en cuenta los periodos vacacionales, la mayor demanda de apartamentos según meses del año, etc.

Gracias a la información obtenida en el apartado “2.” del documento “Cálculos Justificativos”, se puede decir que en el emplazamiento el mes más desfavorable es Agosto con un consumo energético promedio diario de 17642.6Wh y se cuenta un recurso energético promedio diario de 6549.2Wh/m²,

En el caso de A.C.S. se debe tener en cuenta que el sistema solar se debe diseñar y calcular en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda y el aporte, al no ser ésta simultánea con la generación.

Hay que destacar que nunca se logrará cubrir toda la demanda térmica, por lo que cada emplazamiento tiene asignado una cobertura solar mínima anual a la que debemos llegar(apartado “8.3” de “Cálculos Justificativos”).

Para esta aplicación el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Donde A será el área total de los captadores, expresada en m², y V es el volumen del depósito de acumulación solar, expresado en litros, cuyo valor recomendado es aproximadamente la carga de consumo diaria M: $V = M$.(apartado “8.1” de “Cálculos Justificativos”).

Se adoptará como configuración básica para la instalación, la que corresponde a equipos “no compactos” con circulación forzada indirecta para el circuito primario e intercambiador incorporado en el acumulador solar (interacumulador).

3.2. Equipos.

3.2.1.Módulos fotovoltaicos.

3.2.1.1. Aspectos generales.

Para cubrir la demanda energética del alojamiento rural se necesitaran 10 paneles fotovoltaicos.

Los 10 módulos se suministran por ERA.solar, siendo dichos paneles de silicio Policristalino y con una potencia pico de 340Wp.

Estos paneles están verificados según el fabricante célula a célula, lo que da un grado de confianza muy alto en dichos paneles.

Las característicaseléctricas:

<https://autosolar.es/pdf/ERA-340w.pdf>

3.2.1.2. Conexión entre los módulos.

La conexión entre cada uno de los módulos se realizará mediante unas cajas de registro situadas en la parte posterior de los paneles.

En estas cajas de registro se encuentran los bornes de conexión mediante los cuales se realizan las conexiones serie o paralelo de los módulos.

La distribución de estos, se realizará formando un agrupamiento serie paralelo, constituido por 5 ramas en paralelo formadas por 2 paneles conectados en serie.

Los bornes de conexión son del tipo MC4 o combinable MC4.

La elección de placas, así como el conexión están justificados en el apartado "4.3" del documento "Cálculos Justificativos".

El esquema de conexión se encuentra en el apartado "PLANOS".

3.2.2. Regulador de carga.

Será suministrado por la empresa VITRON ENERGY.

El modelo escogido es: MPPT 150/100-Tr.

Este regulador tiene seguimiento del punto de máxima potencia por lo que optimiza la producción de energía.

Estos reguladores son usados para instalaciones de mediana y pequeña potencia en los que no sea necesaria instrumentación adicional. Dicho regulador incorpora un microprocesador de última generación que lleva implementado un algoritmo de control que se adapta a los cambios de situación tanto diaria como estacional.

Además incorporan protecciones frente a inversión de polaridad, sobretensiones, sobrecorrientes y cortocircuitos entre otros.

Las características eléctricas:

<https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-SmartSolar-charge-controller-MPPT-150-45-up-to-150-100-ES.pdf>

3.2.3. Baterías.

Para obtener los días de autonomía prefijados en el apartado "4.2" del documento "Cálculos Justificativos" es necesaria una única batería del siguiente modelo:

ENERSOL T 880: Batería de 895Ah con 24 vasos de 2V cada uno.

Batería estacionaria. Su capacidad es de 895 Ah, obtenida para una temperatura de 25°C.

Las características eléctricas:

<https://autosolar.es/pdf/ENERSOL-T.pdf>

3.2.4. Inversor.

De acuerdo con la estimación de la demanda efectuada, será suficiente un inversor de 5kW para transformar la corriente continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos en corriente alterna necesaria para cubrir estas necesidades.

El inversor será el modelo: Inversor Phoenix 48/5000

Las características eléctricas:

<https://autosolar.es/pdf/Datasheet-Phoenix-Inverter-1200VA-5000VA-ES.pdf>

3.2.5. Cableado.

El cableado usado en el interior del alojamiento rural, será el indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja de Tensión 842/2002, para una vivienda con electrificación básica, según la ITC 25.

Nombre del circuito	Nomenclatura	Sección (mm ²)
Iluminación	C1	1.5
Tomas de uso general	C2	2.5
Cocina y Horno	C3	6
Lavavajillas, lavadora y termo	C4	4
Baño y cuarto de cocina	C5	2.5

La tensión asignada para este tipo de cables en esta parte de la instalación no será inferior a 450/750V, según la ITC-BT-21. Por tanto el cable seleccionado, aparte de la característica anteriormente mencionada, tendrá un aislamiento de PVC, soportara una temperatura máxima de 70°C, será del tipo H07V-K y estará construido según la norma UNE 21.031.

Con respecto al cableado usado en el exterior para instalación fotovoltaica la sección de los cables empleados se calcula en el apartado "7.2" del documento "Cálculos Justificativos" en el que se comprobaba que los conductores seleccionados cumplen las especificaciones de caída de tensión, calentamiento, cortocircuitos y pérdida de potencia. Este tipo de conductor tendrá una tensión asignada de 0.6/1kV como se indica en la ITC-BT-20.

El conexionado entre los paneles se realizara por medio de unos bornes alojados en el interior de una caja de registro situada en la parte trasera de los módulos fotovoltaicos, lo que permite que los paneles puedan agruparse en serie o en paralelo, según se precise.

En el interior de estas cajas de registro, junto a las bornes, se encuentran los diodos antirretorno que evitan el efecto isla, es decir, que cuando se estropee una de las células o simplemente no le llegue la radiación solar necesaria para su correcto funcionamiento impidan que actúen como receptoras de las restantes, quedando polarizadas de forma inversa lo que ocasionaría la destrucción de la unión PN.

3.2.6. Canalizaciones o tubos de protección.

Los tubos empleados en el interior de la vivienda, irán empotrados en la pared. Serán tubos flexibles de un diámetro que permita la correcta instalación y extracción de los cables o conductores aislados. Su diámetro, según la ITC-BT-21, se elegirá en función de la sección del cable o conductor y del número de cables que se vayan a alojar en el interior del tubo.

Sección nominal de los conductores unipolares	Diámetro exterior de los tubos				
	Número de los conductores				
	1	2	3	4	5
1.5	12	12	16	16	20
2.5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	-
150	50	63	75	-	-
185	50	75	-	-	-
240	63	75	-	-	-

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

El cumplimiento de las características indicadas en la tabla anterior, se realizará según los ensayos indicados para la norma UNE-EN-50.086-2-3 para tubos flexibles y no propagadores de llama.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita una fácil instalación y extracción de los cables o conductores.

Según la ITC-21 del reglamento electrotécnico de baja tensión la instalación de los tubos se hará de acuerdo a las siguientes premisas:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a la UNE-EN 50.086-2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados estos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores, aunque se produzca

unretorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes al establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN-60.998.

- Durante la instalación de los conductores, para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de estos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T", de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que son accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circulante, etc.), las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos:
 - Pantallas de protección calorífuga.
 - Alejamiento suficiente de fuentes de calor.
 - Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
 - Modificación del material aislante a emplear.

3.2.7. Protecciones.

Las protecciones para el circuito de alterna son:

- Como protección magnetotérmica:
 - IN: 32 y 25 A
 - Nº de polos: 2
 - Curva de disparo: C
 - Poder de corte: 6 KA
 - Ancho del polo: 16mm
- Como protección Diferencial:
 - IN: 40A
 - Sensibilidad: 30mA
 - Nº de polos: 2
 - Clase: AC
 - Ancho por polo: 18mm
 - Tensión: 230V

La instalación eléctrica del campo fotovoltaico dispone de sus propias protecciones, las cuales van incluidas en cada uno de los elementos constituyentes de la instalación.

Los módulos fotovoltaicos disponen de unos diodos de bloqueo que evitan la disipación de energía en situaciones de defecto eléctrico.

El regulador de carga incorpora un relé de estado sólido que los protege contra la inversión de polaridad, sobretensiones, sobre corrientes, cortocircuitos, etc.

El inversor dispone de protecciones para fallos tales como pueden ser, baja tensión de entrada, sobretensión de entrada, temperatura elevada, cortocircuito en la salida y sobrecarga.

Para poder hacer independientes las zonas susceptibles a mantenimiento o reparación, se incorporan seccionadores fusibles. Los fusibles necesarios para tal fin son los siguientes:

- Tramo Paneles-Regulador: Los fusibles utilizados son del tipo NH con curva gG y con una intensidad nominal de 50A y una tensión de 500V.
- Tramo Regulador-Batería: Los fusibles utilizados son del tipo NH con curva gG y con una intensidad nominal de 125A y una tensión de 500V.
- Tramo Regulador-Inversor: Los fusibles utilizados son del tipo NH con curva gG y con una intensidad nominal de 125A y una tensión de 500V.

(Puede verse con más detalle en el apartado “7.3” del documento “Cálculos Justificativos”).

3.2.8. Puesta a tierra.

3.2.8.1. Aspectos generales.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, según indica la ITC-BT-18.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra, según la ITC- 18 deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra este conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a la electrolisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.2.8.2. Características de la instalación y el terreno.

La instalación se encuentra en la periferia de la localidad de Haro, y tiene un tipo de suelo “arcilloso-calcareo” por lo que según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la ITC-18 se considera una resistividad del terreno es 500 Ohm.m.

En el cuadro de mando y protección se dispondrá de un terminal de puesta a tierra para proteger de posibles contactos y diferencia de potencial, y permitir descargar a tierra las corrientes de defecto y las descargas atmosféricas.

Cualquier parte metálica de la instalación fotovoltaica que pueda ser susceptible de quedar sometida bajo tensión o ser recorrida por una corriente de defecto a tierra, deberá ser conectada a la red de puesta a tierra de protección de la parte FV.

Habrán tres redes de puesta a tierra ("7.4" documento "Cálculos Justificativos"):

- Puesta a tierra de protección de la zona fotovoltaica.
- Puesta a tierra de protección de los apartamentos.
- Puesta a tierra de servicio (Neutro del Inversor).

3.2.8.3. Tomas de tierra.

La forma, la profundidad de enterramiento y la distancia de las tomas de tierra, deben ser tales, que cumplan con lo establecido en la ITC-BT-18, además su resistividad deberá mantenerse aun cuando varíen las condiciones del terreno.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben de ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión, de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Algo fundamental a tener en cuenta, es que las canalizaciones metálicas de otros servicios como el agua, gas etc. no pueden ser utilizados nunca como tomas de tierra.

La profundidad de enterramiento en ningún caso puede ser menor de 0.50m.

Cumpliendo con todo lo anteriormente expuesto, se utilizarán picas de cobre con construcción y resistencia eléctrica según la clase que se indica en la norma UNE-EN 60228:2005.

Las características de las tres tomas de tierra son las siguientes:

- Tipo de pica: Pica cilíndrica de 150 micras
- Situación de las picas: En serie
- Separación entre picas: 1m
- No de picas: 2
- Longitud de las picas: 1
- Diámetro de las picas: 14mm
- Sección del conductor de unión: según toma de tierra.
- Profundidad de enterramiento: 0.50m
- Resistencia del electrodo: 250Ω

3.2.9. Cuadros eléctricos.

Para el cuadro general de maniobra y protección se utilizará una caja de conexiones de doble aislamiento según IEC60.439-1, fabricados en material higroscópico autoextinguible y elevada resistencia a la polución y la corrosión, tapa frontal de policarbonato, ventilación para asegurar la no existencia de condensación en el interior, pantallas de protección para evitar el contacto directo, con grado de protección y resistencia IP55 e IK09.

3.2.10. Fluido caloportador.

La utilización de agua podría desencadenar que en períodos invernales se produzca la congelación de esta, y por tanto, un aumento del volumen específico y un riesgo en las tuberías ya que se produciría una sobrepresión en las mismas. En períodos de temperaturas máximas ocurriría lo contrario, ya que el agua podría elevar su temperatura hasta el punto de ebullición, originándose vapor de agua en las tuberías.

Dado que Haro es una ciudad con alto riesgo de heladas, se recomienda utilizar como fluido caloportador una mezcla de agua con anticongelante. El anticongelante debe cumplir lo siguiente:

- Su punto de congelación debe ser inferior a 0 °C.
- Su calor específico no debe ser inferior a 3 kJ/(kg·K), equivalentes a 0,7 kcal/(kg·°C), medido a una temperatura 5 °C menor que la mínima histórica registrada.

Como anticongelante se utilizará propilenglicol, uno de los anticongelantes más difundidos y utilizados. A continuación se muestran los diferentes puntos de congelación a diferentes concentraciones:

% Propilenglicol	Hasta °C
0%	0
10%	-3
20%	-8
30%	-14
40%	-22
50%	-34
60%	-48
100%	-59

Dado que la temperatura mínima histórica en Haro es de -16°C y la instalación debe estar preparada para soportar esta temperatura, se utilizará una concentración del 40% de propilenglicol.

El calor específico de esta mezcla a -21°C (5°C menos que la mínima histórica) es de 0,88 kcal/kg·°C, superior a los 0,7 exigido por la normativa.

3.2.11. Sistema de captación.

El sistema de captación estará formado por un único colector que irá situado en el tejado sur del alojamiento rural, como se muestra en el documento "PLANOS".

El modelo escogido es: ESCOSOL SOL 2800 XBA 2,8 m².

Sus características son:

https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Energias_Renovables_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf

3.2.12. Sistema de acumulación e intercambio.

Se ha elegido la opción de colocar el sistema de intercambio dentro del acumulador, es decir, se tratará de un interacumulador. El intercambiador irá situado en la parte inferior del acumulador, y será de tipo sumergido de serpentín.

Dado que el acumulador está directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60°C y hasta 70°C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como dispone el RD 865/2003, de 4 de julio.

El interacumulador irá situado en el cuarto de aparamenta.

Se ha elegido el modelo CV 500 M1P con las siguientes características:

https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Agua_Caliente_Sanitaria_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf

El interacumulador elegido cumple con los requisitos sobre las conexiones exigidos por el Pliego de Condiciones Técnicas con objeto de aprovechar al máximo la energía captada y evitar la pérdida de la estratificación por temperatura en los depósitos. Estas condiciones son las siguientes:

- La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo.
- La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.
- En caso de una sola aplicación, la alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior. En caso de sistemas abiertos en el consumo, como por ejemplo A.C.S., esto se refiere al agua fría de red. La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.
- En caso de varias aplicaciones dentro del mismo depósito habrá que tener en cuenta los niveles térmicos de éstas, de forma que tanto las salidas como los retornos para aplicaciones que requieran un mayor nivel térmico en temperaturas estén por encima de las que requieran un nivel menor.

Además, el interacumulador cumplirá los requisitos de la norma UNE EN 12897 sobre el contacto con agua potable.

3.2.13. Circuito hidráulico.

3.2.13.1. Tuberías.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

Las tuberías serán todas de cobre.

3.2.13.2. Bomba de recirculación.

La bomba será de tipo en línea e irá situada en la zona más fría del circuito, es decir, a la salida del interacumulador, y estará instalada en la misma sala de calderas. El eje de rotación debe estar siempre en posición horizontal.

Las tuberías conectadas a la bomba se soportarán en las inmediaciones de ésta, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Los materiales de la bomba del circuito serán compatibles con el fluido de trabajo utilizado, en este caso una mezcla anticongelante. Además, la bomba será resistente a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

La bomba será resistente a la presión máxima del circuito. La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente. Se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

La bomba seleccionada es el modelo “Grundfos alpha 1l 25 40” con las siguientes características:

<https://www.tuandco.com/bomba-de-circulacion-grundfos-alpha-1l-25-40>

3.2.13.3. Vaso de expansión.

El vaso de expansión será cerrado y cumplirá con el Reglamento de Equipos a Presión. Se colocará en la aspiración de la bomba, tal y como marca el RITE.

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Su función es absorber las dilataciones del fluido caloportador en caso de aumentar de temperatura en el circuito primario. Su capacidad depende, sobre todo, del volumen de fluido que circula por el circuito. El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.

3.2.13.4. Purgador y desaireador.

Para evacuar los gases contenidos en el fluido caloportador se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³.

Este sistema debe ir colocado en el punto más alto de la instalación, que es donde se acumulan los gases al separarse del fluido. Este punto es la salida de las baterías de captadores.

3.2.13.5. Válvulas.

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura).

3.2.14. Aislamiento térmico.

Todos los elementos que precisan de aislamiento térmico ya vienen de fábrica con él y es totalmente adecuado.

3.2.15. Sistema auxiliar.

En este tipo de instalaciones es imprescindible contar con el apoyo de un sistema auxiliar, dado que el sol no puede cubrir completamente la demanda energética a lo largo del año.

El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará en función de la aplicación de la instalación, de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y

que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar. La instalación térmica deberá efectuarse de manera que en ningún caso se introduzca en el acumulador solar energía procedente de la fuente auxiliar.

De acuerdo a la normativa, la caldera debe tener la potencia suficiente como para trabajar de forma continua como si no existiese la contribución del sistema solar.

Se colocará una caldera de gas de 27kW como sistema de energía auxiliar.

Según el Pliego de Condiciones Técnicas, siempre que sea posible el sistema auxiliar se conectará en línea con el sistema solar. En este caso, dado que sí que es posible, la caldera se conectará en serie con el interacumulador, estando ambos en el mismo cuarto de apartamenta. El esquema de conexión puede verse en el documento "PLANOS"

El agua de red entra en el acumulador y se calienta mediante el sistema solar. Cuando el agua sale del acumulador, entra en la caldera de apoyo como si de agua fría de red se tratase. Cuando el agua extraída del acumulador no tenga la temperatura suficiente, la caldera entrará en funcionamiento, calentando el agua hasta la temperatura de consumo elegida.

Además, el Pliego de Condiciones Técnicas también exige para instalaciones de ACS que el sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre debe disponer de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con el RD 865/2003.

3.2.16. Sistema eléctrico y de control.

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación.

Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos. Además, los aparatos eléctricos (tanto la centralita como los termostatos, termómetros, etc.) deben tener el índice de protección IP adecuado a su lugar de ubicación.

4. Recinto para la ubicación de los distintos elementos.

Como ya se ha comentado anteriormente, todos los elementos (a excepción de los paneles fotovoltaicos y el colector térmico) irán alojados en el cuarto destinado a la apartamenta.

Tiene unas dimensiones de:

$$\text{Cuarto de apartamenta} = 4.95\text{m} \times 3.75\text{m} = 18.56 \text{ m}^2$$

La distribución de los distintos elementos se puede observar en el documento "PLANOS".

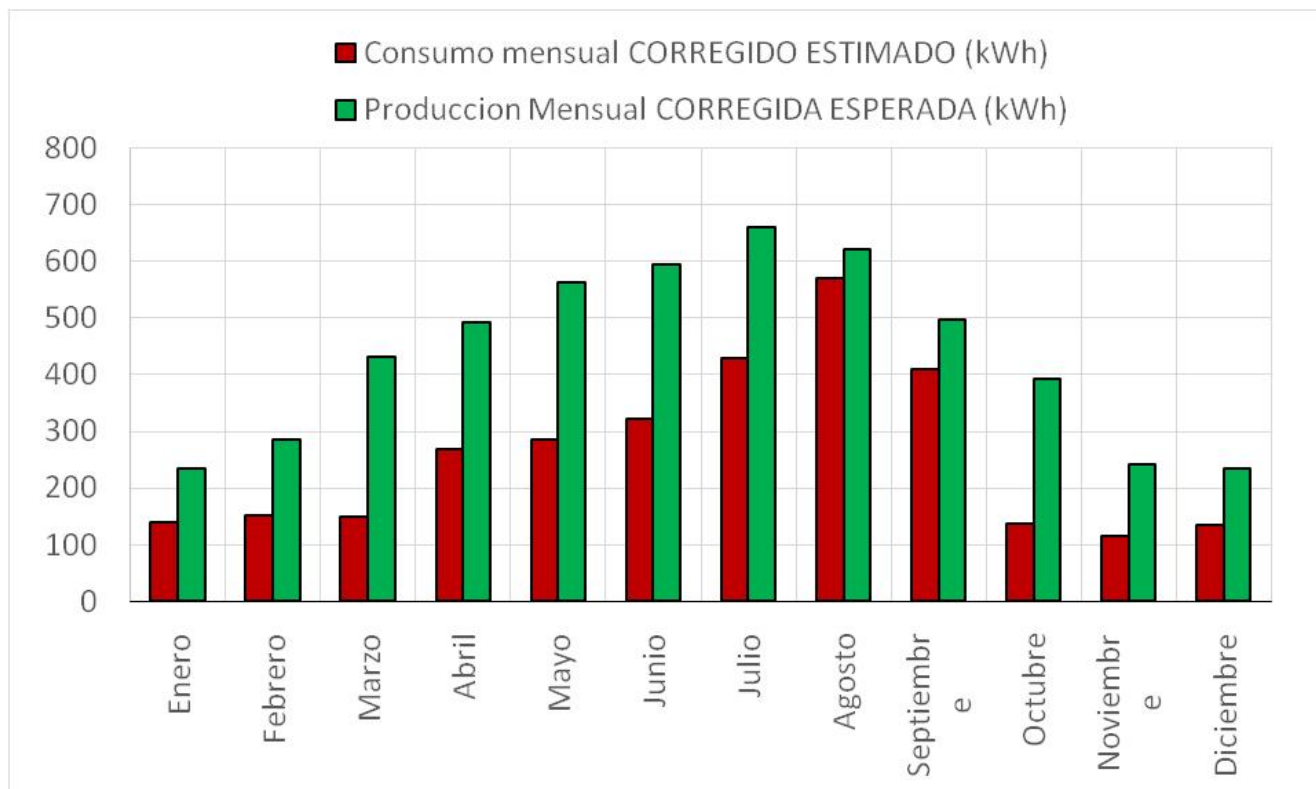
Se recomienda que el recinto cumplan las siguientes condiciones:

- Estén lo más secos posible.
- Dispongan de una buena ventilación.
- Evitar vibraciones para no dañar las baterías.
- Que la temperatura oscile entre 5 y 25°C.
- Si existe alguna iluminación que sea estanca.

5. Resultados.

Una vez seleccionados todos los elementos vamos a ver el resultado que obtendríamos con su implementación:

5.1. Sistema Fotovoltaico.



Podemos ver que en todos los meses nuestra producción será mayor que nuestro consumo estimado.

Así pues, también podemos ver que, con la batería seleccionada, en caso de no tener sol podríamos tirar de ella los días de autonomía prefijados para cada mes o incluso mas según el mes:

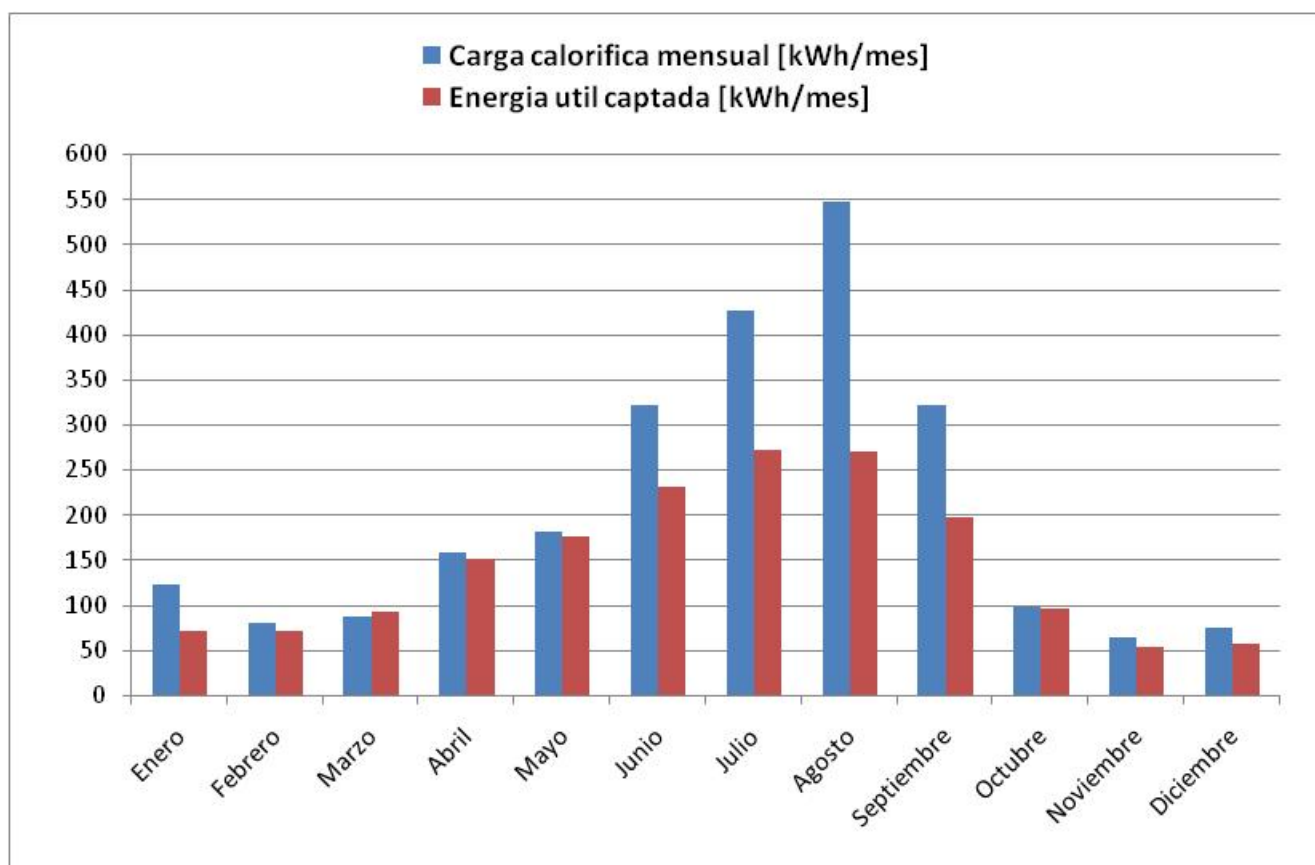
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
Dias autonomia minimo	4	4	3	3	2	1	1	1	2	3	4	4
Consumo AC (wh/día)	3501,5	4135,14	3751,23	7027,41667	7256,371	8403,5	10868,387	14419,03	10729,25	3468,065	2980,25	3390,484
Consumo corregido (Ah/día)	92,845	109,646	99,4661	186,336406	192,4073	222,82413	288,18217	382,3298	284,4929	91,95793	79,02322	89,90083
Dias autonomia con este sistema	6,1453	5,20368	5,73625	3,06200229	2,965389	2,5605957	1,9798675	1,492331	2,005542	6,204604	7,220188	6,346577
¿Cumplimiento?	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

5.2. Sistema Térmico ACS.

Tendríamos una cobertura solar anual bastante buena (superando el 60%, que es la mínima para nuestra zona)

4,6 ACS
Cobertura solar ANUAL [%]
69,878%

Y en cuanto a los meses:



Vemos que el aporte que damos es bastante considerable en la mayoría de los meses. Es menor en los meses de verano ya que aunque hay mas sol, también el alojamiento esta mas ocupado y por tanto hay mayor demanda de agua.

En Autol, a 9 de junio de 2020

Fdo: Marcos Muñoz Pérez

2. ANEXOS.

2.1.CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

ÍNDICE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. Estimación de necesidades Eléctricas. Demanda energética Eléctrica.....	30
2. Estimación de necesidades Térmicas. Demanda energética Térmica ACS.	37
3. Radiación solar.	42
3.1. Mes e inclinación de diseño para necesidades eléctricas.....	42
3.2. Mes e inclinación de diseño para necesidades térmicas de ACS	48
4. Dimensionado del sistema de generación Fotovoltaico (INDEPENDIENTE).	50
4.1. Consumo total corregido, HSP y corriente de diseño.	50
4.2. Baterías.....	51
4.2.1. Cálculo inicial.....	51
4.2.2. Comprobación cumplimiento días de autonomía.....	53
4.2.3. Solución del problema.....	54
4.3. Paneles Fotovoltaicos.....	54
4.4. Regulador de carga.....	58
4.5. Inversor.	58
4.6. Grafica Consumo-Generación.	59
5. Dimensionado del sistema de generación Eólico (INDEPENDIENTE).	60
5.1. Obtención datos de viento.....	60
5.2. Aerogenerador bajo estudio.	60
Tramo 0-6 m/s.....	61
Tramo 6-10 m/s.....	61
Tramo 10-14 m/s.....	62
Tramo 14-16 m/s.....	62
5.3. Obtención de la energía producida.....	63
5.3.1. 2015.....	63
5.3.2. 2016.....	64
5.3.3. 2017.....	65
5.3.4. 2018.....	66
5.3.5. 2019.....	67
5.3.6. Media total.....	68
5.4. Conclusión.	68
6. Dimensionado del sistema de generación FV + Eólico (MIXTO).	69
6.1. Recursos y demanda.	69
6.2. Aerogenerador bajo estudio.	69
6.3. Calculo sistema fotovoltaico según producción del sistema aerogenerador.	71
6.3.1. Consumo total corregido, HSP y corriente de diseño.	71

6.3.2. Baterías.....	73
6.3.2.1. Cálculo inicial.....	73
6.3.2.2. Comprobación cumplimiento días de autonomía.....	75
6.3.2.3. Solución del problema.....	76
6.3.3. Paneles Fotovoltaicos.....	76
6.3.4. Regulador de carga.....	79
6.3.5. Inversor.	80
6.4. Grafica Consumo-Generación.	80
6.4.1. Grafica Consumo-Generación (solo FV).	80
6.4.2. Grafica Consumo-Generación (Mixto).	81
6.5. Comparación precios.....	82
6.5.1. Sistema fotovoltaico puro.	83
6.5.2. Sistema Mixto.....	83
6.5.3. Conclusión.	83
7. Dimensionado del sistema de generación FV como solución final.	84
7.1. Paneles, batería, regulador e Inversor.	84
7.2. Cableado.....	84
7.3. Protecciones.....	87
7.4. Toma de tierra.....	87
7.4.1. Dimensionado toma de tierra.	87
7.4.2. Sección conductor de protección y toma de tierra.....	89
8. Dimensionado de la instalación solar térmica para ACS.....	90
8.1. Restricciones.	90
8.2. Datos de elementos preseleccionados.	90
8.3. Cobertura solar anual.....	91
8.4. Gráfica Demanda-Aportación.....	97
8.5. Elementos del sistema.	97
8.5.1. Colector térmico.....	97
8.5.2. Interacumulador.....	97
8.5.3. Bomba de recirculación.....	97
8.5.4. Caldera mínima.	98
8.6. Mini-estudio para instalación de un colector adicional.	100
Para un colector.	100
Para dos colectores.	101

1. Estimación de necesidades Eléctricas. Demanda energética Eléctrica.

Se estima que en cada uno de los distintos apartamentos de la vivienda rural habitará un máximo de 4 personas. Se considera un equipamiento de los apartamentos tal, que garantice el confort de la estancia de los huéspedes. Este equipamiento queda reflejado en las siguientes tablas.

En estas tablas se detalla el consumo medio diario de cada mes, entrando en juego los distintos elementos de consumo, sus potencias, la cantidad de cada elemento por apartamento, el número de apartamentos ocupados ese mes, las horas al día de consumo de cada elemento de un apartamento, y los días que se usa cada elemento al mes en cada apartamento, ya que al ser apartamentos dedicados a turismo rural, las necesidades de consumo varían con la estacionalidad, los fines de semana, las festividades, etc.

Dicho esto, la demanda de energía se ha estimado mes a mes, debido a que la ocupación y por tanto las necesidades varían.

Destacar que los consumos de cada elemento se han obtenido o bien de IDEA o de elementos reales en venta.

ENERO	31	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	1.5	1	15	15.24193548
Bombillas dormitorio 2	7	3	1.5	1	15	15.24193548
Bombillas Salon	7	4	1.5	3	15	60.96774194
Bombillas Cocina	7	3	1.5	1	15	15.24193548
Bombilla Baño	7	2	1.5	1	15	10.16129032
Bombillas Terraza	7	3	1.5	0	15	0
Secador de pelo	750	1	1.5	0.5	15	272.1774194
Maq. de afeitarse (cargarla)	5	1	1.5	5	5	6.048387097
TV Led	120	1	1.5	3	15	261.2903226
Portatil	65	1	1.5	1	15	47.17741935
Cargador de movil	15	4	1.5	3	15	130.6451613
Microondas	800	1	1.5	0.25	10	96.77419355
Tostadora	1000	1	1.5	0.25	15	181.4516129
Vitrocaramica 2 fuegos	2100	1	1.5	0.75	15	1143.145161
Nevera Pequeña	150	1	1.5	6	15	653.2258065
Horno pequeño	1100	1	1.5	0.5	5	133.0645161
Lavadora (agua fria)	1000	1	1.5	1	5	241.9354839
Ventilador	70	1	1.5	0	0	0
Otros peque. Electrodo.	300	1	1.5	1	15	217.7419355
					Total	3501.532258

FEBRERO	28	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	2	1	12	18
Bombillas dormitorio 2	7	3	2	1	12	18
Bombillas Salon	7	4	2	3	12	72
Bombillas Cocina	7	3	2	1	12	18
Bombilla Baño	7	2	2	1	12	12
Bombillas Terraza	7	3	2	0	12	0
Secador de pelo	750	1	2	0.5	12	321.4285714
Maq. de afeitarse (cargarla)	5	1	2	5	4	7.142857143
TV Led	120	1	2	3	12	308.5714286
Portatil	65	1	2	1	12	55.71428571
Cargador de movil	15	4	2	3	12	154.2857143
Microondas	800	1	2	0.25	8	114.2857143
Tostadora	1000	1	2	0.25	12	214.2857143
Vitroceramica 2 fuegos	2100	1	2	0.75	12	1350
Nevera Pequeña	150	1	2	6	12	771.4285714
Horno pequeño	1100	1	2	0.5	4	157.1428571
Lavadora (agua fria)	1000	1	2	1	4	285.7142857
Ventilador	70	1	2	0	0	0
Otros peque. Electrodo.	300	1	2	1	12	257.1428571
					Total	4135.142857

MARZO	31	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	2	1	12	16.25806452
Bombillas dormitorio 2	7	3	2	1	12	16.25806452
Bombillas Salon	7	4	2	3	12	65.03225806
Bombillas Cocina	7	3	2	1	12	16.25806452
Bombilla Baño	7	2	2	1	12	10.83870968
Bombillas Terraza	7	3	2	1	12	16.25806452
Secador de pelo	750	1	2	0.5	12	290.3225806
Maq. de afeitarse (cargarla)	5	1	2	5	4	6.451612903
TV Led	120	1	2	3	12	278.7096774
Portatil	65	1	2	1	12	50.32258065
Cargador de movil	15	4	2	3	12	139.3548387
Microondas	800	1	2	0.25	8	103.2258065
Tostadora	1000	1	2	0.25	12	193.5483871
Vitroceramica 2 fuegos	2100	1	2	0.75	12	1219.354839
Nevera Pequeña	150	1	2	6	12	696.7741935
Horno pequeño	1100	1	2	0.5	4	141.9354839
Lavadora (agua fria)	1000	1	2	1	4	258.0645161
Ventilador	70	1	2	0	0	0
Otros peque. Electrodo.	300	1	2	1	12	232.2580645
					Total	3751.225806

ABRIL	30	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	2.5	1	17	29.75
Bombillas dormitorio 2	7	3	2.5	1	17	29.75
Bombillas Salon	7	4	2.5	3	17	119
Bombillas Cocina	7	3	2.5	1	17	29.75
Bombilla Baño	7	2	2.5	1	17	19.83333333
Bombillas Terraza	7	3	2.5	1	17	29.75
Secador de pelo	750	1	2.5	0.5	17	531.25
Maq. de afeitarse (cargarla)	5	1	2.5	5	6	12.5
TV Led	120	1	2.5	3	17	510
Portatil	65	1	2.5	1	17	92.08333333
Cargador de movil	15	4	2.5	3	17	255
Microondas	800	1	2.5	0.25	13	216.6666667
Tostadora	1000	1	2.5	0.25	17	354.1666667
Vitrocaramica 2 fuegos	2100	1	2.5	0.75	17	2231.25
Nevera Pequeña	150	1	2.5	6	17	1275
Horno pequeño	1100	1	2.5	0.5	8	366.6666667
Lavadora (agua fria)	1000	1	2.5	1	6	500
Ventilador	70	1	2.5	0	0	0
Otros peque. Electrodo.	300	1	2.5	1	17	425
					Total	7027.416667

MAYO	31	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	3	1	15	30.48387097
Bombillas dormitorio 2	7	3	3	1	15	30.48387097
Bombillas Salon	7	4	3	2.5	15	101.6129032
Bombillas Cocina	7	3	3	1	15	30.48387097
Bombilla Baño	7	2	3	1	15	20.32258065
Bombillas Terraza	7	3	3	1.5	15	45.72580645
Secador de pelo	750	1	3	0.5	15	544.3548387
Maq. de afeitarse (cargarla)	5	1	3	5	4	9.677419355
TV Led	120	1	3	3	15	522.5806452
Portatil	65	1	3	1	15	94.35483871
Cargador de movil	15	4	3	3	15	261.2903226
Microondas	800	1	3	0.25	10	193.5483871
Tostadora	1000	1	3	0.25	15	362.9032258
Vitrocaramica 2 fuegos	2100	1	3	0.75	15	2286.290323
Nevera Pequeña	150	1	3	6	15	1306.451613
Horno pequeño	1100	1	3	0.5	7	372.5806452
Lavadora (agua fria)	1000	1	3	1	6	580.6451613
Ventilador	70	1	3	1	4	27.09677419
Otros peque. Electrodo.	300	1	3	1	15	435.483871
					Total	7256.370968

JUNIO	30	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	3.5	0.75	20	36.75
Bombillas dormitorio 2	7	3	3.5	0.75	20	36.75
Bombillas Salon	7	4	3.5	2	20	130.6666667
Bombillas Cocina	7	3	3.5	0.75	20	36.75
Bombilla Baño	7	2	3.5	0.75	20	24.5
Bombillas Terraza	7	3	3.5	1	20	49
Secador de pelo	750	1	3.5	0.25	20	437.5
Maq. de afeitar (cargarla)	5	1	3.5	5	6	17.5
TV Led	120	1	3.5	2	12	336
Portatil	65	1	3.5	1	10	75.83333333
Cargador de movil	15	4	3.5	3	15	315
Microondas	800	1	3.5	0.25	10	233.3333333
Tostadora	1000	1	3.5	0.25	15	437.5
Vitroceramica 2 fuegos	2100	1	3.5	0.75	13	2388.75
Nevera Pequeña	150	1	3.5	6	20	2100
Horno pequeño	1100	1	3.5	0.5	7	449.1666667
Lavadora (agua fria)	1000	1	3.5	1	6	700
Ventilador	70	1	3.5	1.5	6	73.5
Otros peque. Electrodo.	300	1	3.5	1	15	525
					Total	8403.5

JULIO	31	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	4	0.5	21	28.4516129
Bombillas dormitorio 2	7	3	4	0.5	21	28.4516129
Bombillas Salon	7	4	4	1	21	75.87096774
Bombillas Cocina	7	3	4	0.5	21	28.4516129
Bombilla Baño	7	2	4	0.5	21	18.96774194
Bombillas Terraza	7	3	4	1	21	56.90322581
Secador de pelo	750	1	4	0.25	21	508.0645161
Maq. de afeitar (cargarla)	5	1	4	5	6	19.35483871
TV Led	120	1	4	1	15	232.2580645
Portatil	65	1	4	1	10	83.87096774
Cargador de movil	15	4	4	3	21	487.7419355
Microondas	800	1	4	0.25	15	387.0967742
Tostadora	1000	1	4	0.25	21	677.4193548
Vitroceramica 2 fuegos	2100	1	4	0.75	15	3048.387097
Nevera Pequeña	150	1	4	6	21	2438.709677
Horno pequeño	1100	1	4	0.5	7	496.7741935
Lavadora (agua fria)	1000	1	4	1	8	1032.258065
Ventilador	70	1	4	3	15	406.4516129
Otros peque. Electrodo.	300	1	4	1	21	812.9032258
					Total	10868.3871

AGOSTO	31	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	4	0.25	27	18.29032258
Bombillas dormitorio 2	7	3	4	0.25	27	18.29032258
Bombillas Salon	7	4	4	0.5	27	48.77419355
Bombillas Cocina	7	3	4	0.5	27	36.58064516
Bombilla Baño	7	2	4	0.5	27	24.38709677
Bombillas Terraza	7	3	4	0.5	27	36.58064516
Secador de pelo	750	1	4	0.2	27	522.5806452
Maq. de afeitar (cargarla)	5	1	4	5	6	19.35483871
TV Led	120	1	4	1	16	247.7419355
Portatil	65	1	4	1	10	83.87096774
Cargador de movil	15	4	4	3	27	627.0967742
Microondas	800	1	4	0.25	24	619.3548387
Tostadora	1000	1	4	0.25	27	870.9677419
Vitroceramica 2 fuegos	2100	1	4	0.75	22	4470.967742
Nevera Pequeña	150	1	4	6	27	3135.483871
Horno pequeño	1100	1	4	0.5	10	709.6774194
Lavadora (agua fria)	1000	1	4	1	9	1161.290323
Ventilador	70	1	4	4	20	722.5806452
Otros peque. Electrodo.	300	1	4	1	27	1045.16129
					Total	14419.03226

SEPTIEMBRE	30	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	3.5	1	20	49
Bombillas dormitorio 2	7	3	3.5	1	20	49
Bombillas Salon	7	4	3.5	1	20	65.33333333
Bombillas Cocina	7	3	3.5	1	20	49
Bombilla Baño	7	2	3.5	1	20	32.66666667
Bombillas Terraza	7	3	3.5	1	20	49
Secador de pelo	750	1	3.5	0.75	20	1312.5
Maq. de afeitar (cargarla)	5	1	3.5	5	4	11.66666667
TV Led	120	1	3.5	1	15	210
Portatil	65	1	3.5	1	8	60.66666667
Cargador de movil	15	4	3.5	3	20	420
Microondas	800	1	3.5	0.25	18	420
Tostadora	1000	1	3.5	0.25	20	583.3333333
Vitroceramica 2 fuegos	2100	1	3.5	0.75	17	3123.75
Nevera Pequeña	150	1	3.5	6	20	2100
Horno pequeño	1100	1	3.5	0.5	8	513.3333333
Lavadora (agua fria)	1000	1	3.5	1	7	816.6666667
Ventilador	70	1	3.5	4	5	163.3333333
Otros peque. Electrodo.	300	1	3.5	1	20	700
					Total	10729.25

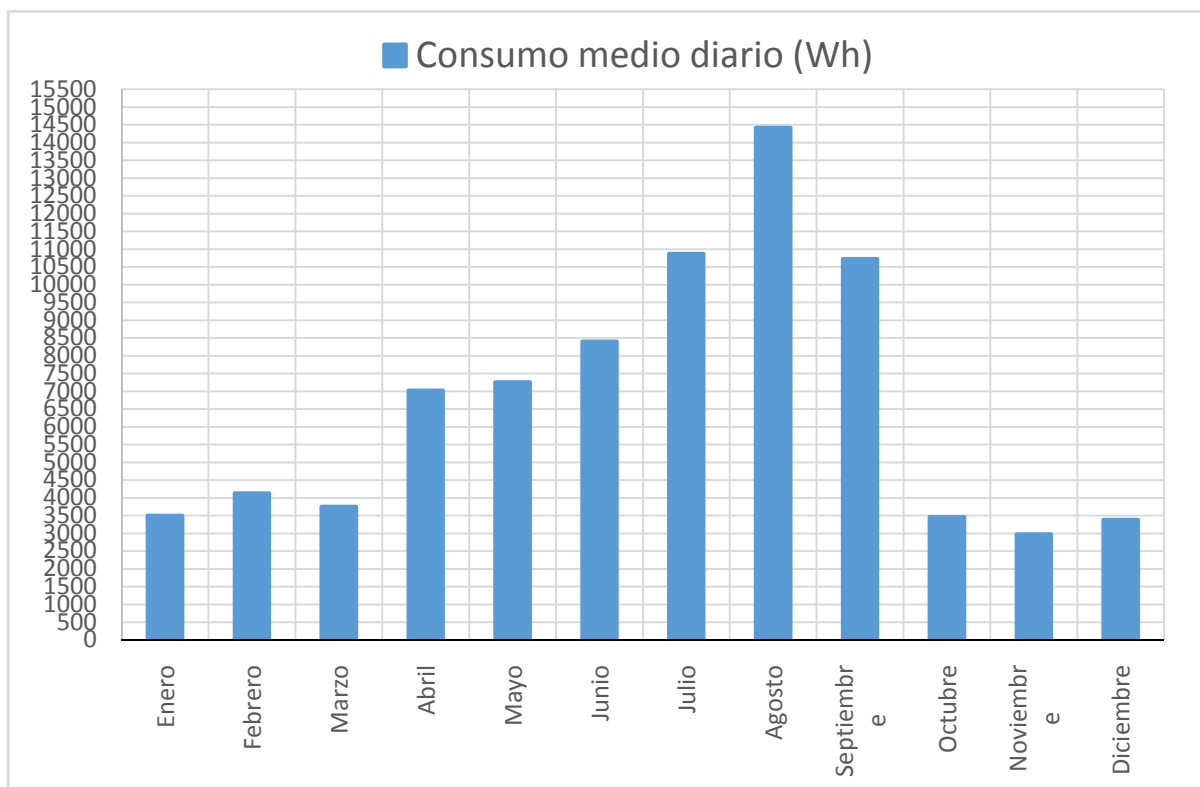
OCTUBRE	31	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	2	1.5	12	24.38709677
Bombillas dormitorio 2	7	3	2	1.5	12	24.38709677
Bombillas Salon	7	4	2	1.5	12	32.51612903
Bombillas Cocina	7	3	2	1.5	12	24.38709677
Bombilla Baño	7	2	2	1.5	12	16.25806452
Bombillas Terraza	7	3	2	0	12	0
Secador de pelo	750	1	2	0.5	12	290.3225806
Maq. de afeitarse (cargarla)	5	1	2	5	3	4.838709677
TV Led	120	1	2	1.5	12	139.3548387
Portatil	65	1	2	1	8	33.5483871
Cargador de movil	15	4	2	3	12	139.3548387
Microondas	800	1	2	0.25	10	129.0322581
Tostadora	1000	1	2	0.25	12	193.5483871
Vitrocaramica 2 fuegos	2100	1	2	0.75	10	1016.129032
Nevera Pequeña	150	1	2	6	12	696.7741935
Horno pequeño	1100	1	2	0.5	6	212.9032258
Lavadora (agua fria)	1000	1	2	1	4	258.0645161
Ventilador	70	1	2	0	0	0
Otros peque. Electrodo.	300	1	2	1	12	232.2580645
					Total	3468.064516

NOVIEMBRE	30	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	1.5	2	12	25.2
Bombillas dormitorio 2	7	3	1.5	2	12	25.2
Bombillas Salon	7	4	1.5	2	12	33.6
Bombillas Cocina	7	3	1.5	2	12	25.2
Bombilla Baño	7	2	1.5	2	12	16.8
Bombillas Terraza	7	3	1.5	0	12	0
Secador de pelo	750	1	1.5	1	12	450
Maq. de afeitarse (cargarla)	5	1	1.5	5	3	3.75
TV Led	120	1	1.5	2	12	144
Portatil	65	1	1.5	1	8	26
Cargador de movil	15	4	1.5	3	12	108
Microondas	800	1	1.5	0.25	10	100
Tostadora	1000	1	1.5	0.25	12	150
Vitrocaramica 2 fuegos	2100	1	1.5	0.75	10	787.5
Nevera Pequeña	150	1	1.5	6	12	540
Horno pequeño	1100	1	1.5	0.5	6	165
Lavadora (agua fria)	1000	1	1.5	1	4	200
Ventilador	70	1	1.5	0	0	0
Otros peque. Electrodo.	300	1	1.5	1	12	180
					Total	2980.25

DICIEMBRE	31	días				
Elemento	Potencia (W)	Cantidad	Apartamentos ocupados	Horas de uso al día	Días al mes	Consumo medio diario (Wh)
Bombillas dormitorio 1	7	3	1.5	2	15	30.48387097
Bombillas dormitorio 2	7	3	1.5	2	15	30.48387097
Bombillas Salon	7	4	1.5	3	15	60.96774194
Bombillas Cocina	7	3	1.5	2	15	30.48387097
Bombilla Baño	7	2	1.5	2	15	20.32258065
Bombillas Terraza	7	3	1.5	0	15	0
Secador de pelo	750	1	1.5	1	15	544.3548387
Maq. de afeitar (cargarla)	5	1	1.5	5	4	4.838709677
TV Led	120	1	1.5	2	15	174.1935484
Portatil	65	1	1.5	1	10	31.4516129
Cargador de movil	15	4	1.5	3	15	130.6451613
Microondas	800	1	1.5	0.25	12	116.1290323
Tostadora	1000	1	1.5	0.25	15	181.4516129
Vitroceramica 2 fuegos	2100	1	1.5	0.75	10	762.0967742
Nevera Pequeña	150	1	1.5	6	15	653.2258065
Horno pequeño	1100	1	1.5	0.5	6	159.6774194
Lavadora (agua fria)	1000	1	1.5	1	5	241.9354839
Ventilador	70	1	1.5	0	0	0
Otros peque. Electrodo.	300	1	1.5	1	15	217.7419355
					Total	3390.483871

Así pues nos quedan estos consumos medios diarios para cada mes:

Consumo medio diario (Wh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
3501.53226	4135.14286	3751.22581	7027.41667	7256.37097	8403.5	10868.3871	14419.0323	10729.25	3468.06452	2980.25	3390.483871



Vemos claramente como el mayor consumo medio diario se da en el mes de agosto, con 14419.03 wh/día.

2. Estimación de necesidades Térmicas. Demanda energética Térmica ACS.

Se estima que en cada uno de los distintos apartamentos de la vivienda rural habitará un máximo de 4 personas. Se considera un consumo de agua por individuo de 22 L/día a una temperatura de 60°C, como se reflejará en la tabla de cálculo. Este valor se obtiene de esta tabla del IDEA, ya que se considera el establecimiento como viviendas multifamiliares:

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C
Viviendas unifamiliares	30 por persona
Viviendas multifamiliares	22 por persona
Hospitales y clínicas	55 por cama
Hotel ****	70 por cama
Hotel ***	55 por cama
Hotel/Hostal **	40 por cama
Camping	40 por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35 por cama
Residencia (ancianos, estudiantes,...)	55 por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15 por servicio
Escuelas	3 por alumno
Cuarteles	20 por persona
Fábricas y talleres	15 por persona
Administrativos	3 por persona
Gimnasios	20 a 25 por usuario
Lavanderías	3 a 5 por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10 por comida

En esta tabla se detalla la demanda media diaria de cada mes a 60°C, entrando en juego los días que está habitado cada apartamento en ese mes, ya que, al ser apartamentos dedicados a turismo rural, la ocupación varía con la estacionalidad, los fines de semana, las festividades, etc.

Así pues:

- **Demanda mensual diaria a 60°C:**

$$DMD_{60^{\circ}C} = \frac{P_{Apart} * Apart * D_{Uso} * L.ACS_{60^{\circ}C}}{D_{mes}}$$

Donde:

$$-DMD_{60^{\circ}C} = \text{Demanda mensual diaria a } 60^{\circ}C, \text{ en } \frac{L}{\text{dia} * \text{mes}}.$$

$$-P_{\text{Apart}} = \text{Personas por apartamento, en } \frac{\text{personas}}{\text{apartamento}}.$$

$$-\text{Apart} = \text{Numero de apartamentos ocupados en un mes, en } \frac{N^{\circ}\text{apartamentos}}{\text{mes}}.$$

$$-D_{\text{Uso}} = \text{Dias de uso de los apartamentos, en } \frac{\text{dias}}{\text{mes}}.$$

$$-D_{\text{mes}} = \text{Dias del mes, en } \frac{\text{dias}}{\text{mes}}.$$

$$-L.ACS_{60^{\circ}\text{C}} = \text{litros de ACS por persona y dia a } 60^{\circ}\text{C, en } \frac{L}{\text{dia*persona}}.$$

Mes	1,1 ACS Personas por apartamento	1,2 ACS Apartamentos ocupados al mes	1,3 ACS Dias de uso al mes	1,4 ACS Dias del mes	1,5 ACS Litros ACS/Dia a 60°C [L/(dia*perso)]	1,6 ACS Demanda mensual diaria a 60°C [L/(dia*mes)]
Enero	4	X 1,5	X 15	÷ 31	X 22	= 63,87096774
Febrero	4	X 2	X 12	÷ 29	X 22	= 72,82758621
Marzo	4	X 2	X 12	÷ 31	X 22	= 68,12903226
Abril	4	X 2,5	X 17	÷ 30	X 22	= 124,6666667
Mayo	4	X 3	X 15	÷ 31	X 22	= 127,7419355
Junio	4	X 3,5	X 20	÷ 30	X 22	= 205,3333333
Julio	4	X 4	X 21	÷ 31	X 22	= 238,4516129
Agosto	4	X 4	X 27	÷ 31	X 22	= 306,5806452
Septiem	4	X 3,5	X 20	÷ 30	X 22	= 205,3333333
Octubre	4	X 2	X 12	÷ 31	X 22	= 68,12903226
Noviem	4	X 1,5	X 12	÷ 30	X 22	= 52,8
Diciem	4	X 1,5	X 15	÷ 31	X 22	= 63,87096774

Esta es la demanda media diaria para cada mes pero si la temperatura del agua fuese de 60°C. Nosotros la queremos a 45°C. Para ello utilizaremos la siguiente formula, en la que aparece la temperatura del acumulador final (los comentados 45°C) y la temperatura de entrada del AFS al intercambiador (esta es diferente para cada mes y localidad, nosotros hemos obtenido estos datos de la pagina "Suelosolar.com" para la localidad de Logroño que es la más cercana). Así pues:

- **Demanda mensual diaria a 45°C:**

$$DMD_{45^{\circ}\text{C}} = DMD_{60^{\circ}\text{C}} * \frac{T_{60^{\circ}\text{C}} - T.AFS}{T_{45^{\circ}\text{C}} - T.AFS}$$

Donde:

$$-DMD_{45^{\circ}\text{C}} = \text{Demanda mensual diaria a } 45^{\circ}\text{C, en } \frac{L}{\text{dia*mes}}.$$

$$-T_{60^{\circ}\text{C}} = \text{Temperatura de } 60^{\circ}\text{C, en } ^{\circ}\text{C}.$$

$$-T_{45^{\circ}\text{C}} = \text{Temperatura seleccionada para el acumulador de } 45^{\circ}\text{C, en } ^{\circ}\text{C}.$$

$$-T.AFS = \text{Temperatura del agua fria sanitaria para cada mes, en } ^{\circ}\text{C}.$$

	1,6 ACS		1,7 ACS		1,8 ACS		1,9 ACS		1,8 ACS		2,1 ACS	
Mes	Demanda mensual diaria a 60°C [L/(dia*mes)]		Temp 60°C		Temp media AFS [°C]		Temp acumulador final [°C]		Temp media AFS [°C]		Demanda mensual diaria a 45°C [L/(dia*mes)]	
Enero	63,87096774		X((60		- 7		)÷( 45		- 7		)= 89,08319185	
Febrero	72,82758621		X((60		- 8		)÷( 45		- 8		)= 102,3522833	
Marzo	68,12903226		X((60		- 10		)÷( 45		- 10		)= 97,32718894	
Abril	124,6666667		X((60		- 11		)÷( 45		- 11		)= 179,6666667	
Mayo	127,7419355		X((60		- 13		)÷( 45		- 13		)= 187,6209677	
Junio	205,3333333		X((60		- 16		)÷( 45		- 16		)= 311,5402299	
Julio	238,4516129		X((60		- 18		)÷( 45		- 18		)= 370,9247312	
Agosto	306,5806452		X((60		- 18		)÷( 45		- 18		)= 476,9032258	
Septiem	205,3333333		X((60		- 16		)÷( 45		- 16		)= 311,5402299	
Octubre	68,12903226		X((60		- 13		)÷( 45		- 13		)= 100,0645161	
Noviem	52,8		X((60		- 10		)÷( 45		- 10		)= 75,42857143	
Diciem	63,87096774		X((60		- 8		)÷( 45		- 8		)= 89,76460331	

Conocida la demanda media en litros al día para cada mes bastará con realizar esta fórmula para obtener la demanda energética térmica media diaria para cada mes:

- **Demanda energética térmica:**

$$DET_{ACS} = DMD_{45^{\circ}C} * \rho * C_p * (T_{45^{\circ}C} - T.AFS)$$

Donde:

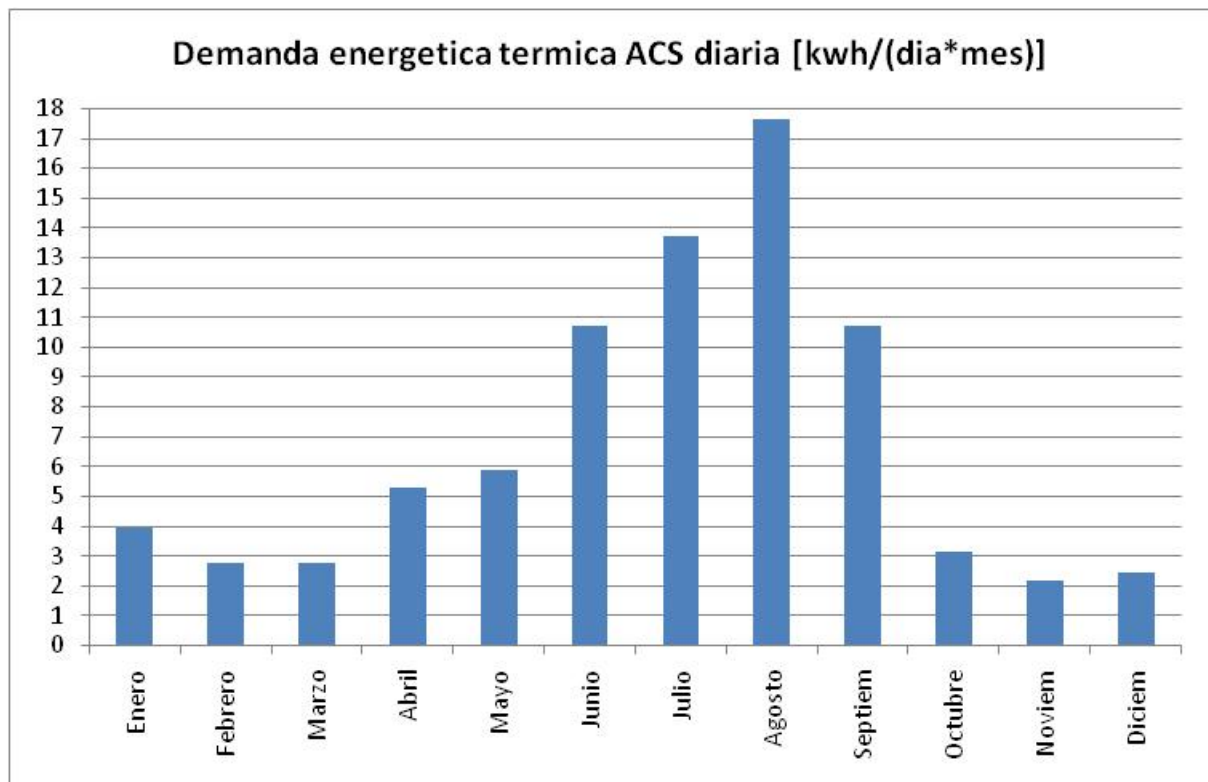
– DET_{ACS} = Demanda energetica termica de AFS media diaria, en $\frac{kWh}{dia}$.

– ρ = Densidad del agua, en $\frac{kg}{L}$.

– C_p = Calor especifico del agua, en $\frac{kw}{kg^{\circ}C}$.

	2,1 ACS		2,2 ACS		2,3 ACS		1,9 ACS		1,8 ACS		2,4 ACS	
Mes	Demanda mensual diaria a 45°C [L/(dia*mes)]		Densidad del agua [kg/L]		Calor especifico del agua [kWh/(kg*°C)]		Temp acumulador final [°C]		Temp media AFS [°C]		Demanda energia termica diaria [kWh/(dia*mes)]	
Enero	89,08319185		X 1		X 0,00116		X(45		- 7		)= 3,926787097	
Febrero	102,3522833		X 1		X 0,00116		X(45		- 8		)= 2,763069045	
Marzo	97,32718894		X 1		X 0,00116		X(45		- 10		)= 2,777551126	
Abril	179,6666667		X 1		X 0,00116		X(45		- 11		)= 5,278183922	
Mayo	187,6209677		X 1		X 0,00116		X(45		- 13		)= 5,856353982	
Junio	311,5402299		X 1		X 0,00116		X(45		- 16		)= 10,73030494	
Julio	370,9247312		X 1		X 0,00116		X(45		- 18		)= 13,72201698	
Agosto	476,9032258		X 1		X 0,00116		X(45		- 18		)= 17,64259326	
Septiem	311,5402299		X 1		X 0,00116		X(45		- 16		)= 10,73030494	
Octubre	100,0645161		X 1		X 0,00116		X(45		- 13		)= 3,12338879	
Noviem	75,42857143		X 1		X 0,00116		X(45		- 10		)= 2,152602122	
Diciem	89,76460331		X 1		X 0,00116		X(45		- 8		)= 2,423256118	

Si representamos estos datos gráficamente vemos que el mes con mayor demanda es agosto.



Por último nos queda saber la contribución solar mínima que debe de tener nuestra instalación, para ello precisaremos los datos de localización de la instalación y de la demanda en L/día de ACS, así pues:

- **Contribución solar mínima:**



Como se ve en la imagen anterior perteneciente a IDAE, nuestra instalación (punto rojo) se ubica en la zona climática II.

Con este dato y sabiendo que nuestra demanda de ACS en ningún caso es superior a 1000 L/día vamos a la siguiente tabla, también de IDAE, donde se nos indica cual es nuestra contribución solar mínima según estos datos de partida:

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule					
Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Como vemos:

Contribución solar mínima: 60%

3. Radiación solar.

3.1. Mes e inclinación de diseño para necesidades eléctricas.

Para determinar el mes e inclinación de diseño lo primero que se ha hecho, con ayuda del programa PV-GIS, ha sido obtener la irradiación media mensual de cada mes del año de los años 2005 a 2016 para inclinaciones de 5 en 5 grados para la localidad de Haro:

Inclinacion	Irradiacion mensual (kwh/m2)												
	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	2005	46,24	59,78	136,26	138,05	185,23	222,52	235,45	189,64	138,57	99,07	54,77	47,12
	2006	43,32	73,67	110,7	151,62	203,91	208,05	217,28	194,61	129,85	92,9	56,41	46,46
	2007	59,38	68,74	98,4	141,45	173,75	194,35	220,36	174,66	141,97	91,74	67,11	57,31
	2008	59,27	79,28	110,4	160,68	157,39	186,81	209,95	191,12	136,98	90,56	43,68	38,16
	2009	50,85	77,2	131,71	142,28	196,05	212,32	230,56	182,87	138,97	103,37	57,95	36,71
	2010	43,42	65,14	116,05	168,86	168,07	174,65	221,36	192,26	136,26	95,7	61,2	50,38
	2011	54,41	73,69	110,85	158,64	185,63	192,32	209,98	200,82	150,46	111,83	55,74	50,77
	2012	53,82	74,68	142,2	121,46	205	208,18	221,44	200,07	131,67	95,45	54,07	51,04
	2013	57,54	61,74	101,12	131,32	136,02	177,12	214,28	194,86	143	89,14	45,53	44,96
	2014	48,39	72,4	123,74	154,57	184,9	199,61	198,36	190,84	144,74	105,21	45,42	45,53
	2015	55,77	51,81	109,51	157,41	183,72	209,4	228,12	189,54	139,08	91,93	58,84	48,18
	2016	37,66	60,46	99,15	141,01	187,74	180,99	177,18	177,55	124,57	88,31	49,68	49,8
5	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	51,74	64,81	144,9	141,66	188,02	224,22	237,72	194,33	145,2	106,98	60,61	54,05
	2006	47,42	81,38	116,4	156,3	206,92	209,68	220,1	199,35	135,79	99,79	62,42	53,11
	2007	67,42	74,54	103,47	145,51	176,16	195,5	222,76	178,79	148,86	99,1	75,46	66,43
	2008	67,35	86,56	115,99	165,62	159,38	188,04	212,23	195,97	143,34	97,33	47,13	42,59
	2009	56,81	84,44	140,13	146,17	198,82	213,74	233,2	187,63	145,7	111,81	64,13	40,9
	2010	46,88	70,27	121,91	174,22	169,77	175,59	223,74	197,38	142,59	103,04	68,23	57,06
	2011	60,37	80,52	116,41	163,71	188,32	193,64	212,03	206,3	158,25	121,77	61,52	57,7
	2012	59,62	81,36	151,1	124,03	207,97	209,57	223,9	205,45	137,48	102,55	59,45	58,26
	2013	64,95	65,87	105,79	134,97	137,51	178,06	216,88	199,71	149,66	95,56	49,59	50,94
	2014	52,82	78,5	131,37	159,35	187,54	200,8	200,28	195,62	151,59	114,15	49	51,37
	2015	62,68	55	115,6	162,46	186,07	210,85	230,94	194,46	145,92	98,87	65,74	54,41
	2016	41,69	64,86	103,51	144,82	190,56	182,03	178,67	181,7	129,8	94,78	54,66	56,89
10	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	56,99	69,51	152,76	144,56	189,94	224,74	238,78	198,02	151,06	114,33	66,15	60,71
	2006	51,3	88,66	121,51	160,18	208,89	210,21	221,75	203,03	141,01	106,16	68,13	59,48
	2007	75,1	79,96	108,03	148,83	177,72	195,67	223,98	181,98	154,94	105,93	83,39	75,18
	2008	75,06	93,38	121,01	169,69	160,65	188,32	213,38	199,75	148,96	103,59	50,36	46,81
	2009	62,48	91,24	147,77	149,34	200,58	214,04	234,59	191,37	151,66	119,67	70	44,89
	2010	50,14	75,06	127,18	178,67	170,67	175,67	224,93	201,41	148,16	109,85	74,91	63,45
	2011	66,03	86,92	121,39	167,92	190,07	193,99	213,02	210,62	165,18	131,03	67,01	64,34
	2012	65,13	87,61	159,17	126,05	209,85	209,89	225,19	209,66	142,58	109,12	64,54	65,18
	2013	72,01	69,7	109,96	137,95	138,39	178,1	218,33	203,46	155,54	101,49	53,4	56,65
	2014	57	84,22	138,3	163,3	189,26	200,96	201,21	199,34	157,63	122,47	52,37	56,96
	2015	69,26	57,95	121,11	166,65	187,49	211,18	232,52	198,33	152	105,3	72,3	60,36
	2016	45,52	68,96	107,38	147,92	192,48	182,17	179,31	184,9	134,36	100,77	59,37	63,69
15	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	61,94	73,86	159,75	146,71	190,8	224,71	239,37	200,59	156,11	121,05	71,34	67,03
	2006	54,92	95,43	125,98	163,21	209,78	209,93	222,27	205,6	145,46	111,97	73,47	65,51
	2007	82,36	84,96	112,05	151,39	178,38	195,2	224,15	184,17	160,15	112,18	90,84	83,5
	2008	82,33	99,7	125,42	172,85	161,16	187,89	213,52	202,42	153,79	109,29	53,35	50,79
	2009	67,83	97,53	154,55	151,76	201,33	213,63	234,81	194,05	156,79	126,85	75,49	48,65
	2010	53,17	79,46	131,78	182,16	170,75	175,16	225,02	204,32	152,92	116,06	81,18	69,5
	2011	71,35	92,85	125,76	171,23	190,86	193,64	213,03	213,75	171,17	139,53	72,14	70,62
	2012	70,3	93,36	166,33	127,5	210,63	209,43	225,39	212,66	146,91	115,11	69,29	71,74
	2013	78,68	73,2	113,59	140,22	138,62	177,56	218,71	206,09	160,56	106,89	56,95	62,06
	2014	60,92	89,5	144,47	166,38	190,01	200,44	201,27	201,96	162,8	130,1	55,49	62,24
	2015	75,48	60,63	125,97	169,95	187,99	210,82	232,95	201,09	157,24	111,16	78,47	65,99
	2016	49,11	72,71	110,73	150,27	193,39	181,78	179,28	187,11	138,22	106,23	63,77	70,14

20	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	66,55	77,81	165,81	148,08	190,62	223,12	238,17	202,01	160,29	127,08	76,15	72,97
	2006	58,25	101,64	129,78	165,35	209,51	208,38	221,5	207,02	149,11	117,15	78,4	71,17
	2007	89,13	89,5	115,5	153,14	178,1	193,62	223,02	185,34	164,44	117,79	97,76	91,31
	2008	89,11	105,44	129,17	175,07	160,86	186,39	212,41	203,94	157,77	114,39	56,08	54,49
	2009	72,8	103,26	160,42	153,41	200,96	211,91	233,63	195,63	161,03	133,31	80,57	52,16
	2010	55,94	83,44	135,69	184,65	169,92	173,66	223,79	206,06	156,83	121,63	86,99	75,15
	2011	76,28	98,25	129,46	173,58	190,6	192,17	211,83	215,63	176,17	147,19	76,89	76,51
	2012	75,09	98,58	172,51	128,36	210,21	207,73	224,28	214,41	150,44	120,45	73,67	77,88
	2013	84,89	76,33	116,65	141,75	138,17	175,99	217,83	207,54	164,69	111,71	60,2	67,12
	2014	64,52	94,3	149,81	168,55	189,75	198,72	200,21	203,45	167,05	136,98	58,33	67,18
	2015	81,27	63,01	130,14	172,31	187,47	209,15	232	202,71	161,6	116,4	84,19	71,25
	2016	52,43	76,09	113,52	151,86	193,26	180,33	178,26	188,28	141,34	111,1	67,84	76,18
25	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	70,78	81,32	170,89	148,67	189,39	220,25	235,57	202,27	163,56	132,38	80,52	78,48
	2006	61,27	107,24	132,87	166,59	208,07	205,67	219,46	207,27	151,91	121,67	82,89	76,4
	2007	95,36	93,53	118,32	154,07	176,87	191	220,62	185,48	167,76	122,7	104,07	98,55
	2008	95,34	110,57	132,23	176,31	159,76	183,89	210,1	204,29	160,86	118,83	58,52	57,89
	2009	77,35	108,38	165,33	154,25	199,48	209,02	231,1	196,09	164,35	138,99	85,19	55,37
	2010	58,43	86,97	138,87	186,12	168,19	171,27	221,26	206,61	159,85	126,5	92,29	80,37
	2011	80,79	103,08	132,47	174,95	189,3	189,67	209,47	216,25	180,13	153,94	81,21	81,94
	2012	79,45	103,22	177,67	128,6	208,62	204,91	221,89	214,89	153,13	125,11	77,63	83,56
	2013	90,59	79,07	119,1	142,53	137,04	173,47	215,71	207,8	167,88	115,9	63,12	71,79
	2014	67,78	98,57	154,29	169,8	188,48	195,92	198,09	203,77	170,33	143,04	60,88	71,74
	2015	86,58	65,08	133,59	173,71	185,93	206,31	229,71	203,17	165,04	120,97	89,42	76,09
	2016	55,46	79,06	115,72	152,65	192,07	177,92	176,32	188,4	143,69	115,34	71,53	81,77
30	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	74,61	84,37	174,94	148,44	187,09	216,09	231,57	201,35	165,88	136,88	84,42	83,51
	2006	63,96	112,18	135,21	166,89	205,47	201,81	216,13	206,33	153,83	125,49	86,89	81,15
	2007	101	97,03	120,5	154,17	174,69	187,37	216,94	184,55	170,09	126,89	109,73	105,17
	2008	100,98	115,04	134,57	176,56	157,86	180,38	206,58	203,44	163,03	122,58	60,65	60,96
	2009	81,46	112,84	169,22	154,27	196,88	204,96	227,21	195,41	166,71	143,84	89,32	58,27
	2010	60,61	90,02	141,27	186,53	165,56	167,99	217,44	205,95	161,94	130,63	97,04	85,1
	2011	84,82	107,31	134,76	175,33	186,96	186,15	205,93	215,57	183,02	159,73	85,06	86,88
	2012	83,36	107,24	181,74	128,23	205,83	200,96	218,22	214,08	154,94	129,04	81,15	88,73
	2013	95,74	81,39	120,92	142,54	135,24	170,01	212,34	206,85	170,1	119,43	65,69	76,03
	2014	70,68	102,28	157,86	170,08	186,18	192,04	194,89	202,92	172,62	148,23	63,11	75,87
	2015	91,38	66,81	136,28	174,11	183,39	202,29	226,07	202,45	167,52	124,84	94,1	80,48
	2016	58,17	81,61	117,31	152,64	189,83	174,57	173,48	187,45	145,23	118,92	74,81	86,85
35	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	77,99	86,93	177,91	147,4	183,75	210,67	226,19	199,24	167,24	140,56	87,82	88,02
	2006	66,29	116,42	136,78	166,26	201,7	196,8	211,54	204,19	154,85	128,56	90,38	85,4
	2007	105,99	99,95	122,02	153,41	171,56	182,73	212,01	182,57	171,4	130,31	114,7	111,11
	2008	105,97	118,82	136,15	175,8	155,14	175,9	201,87	201,4	164,26	125,6	62,45	63,67
	2009	85,07	116,61	172,07	153,47	193,18	199,76	221,98	193,58	168,09	147,8	92,9	60,83
	2010	62,47	92,55	142,89	185,88	162,04	163,84	212,35	204,07	163,08	133,98	101,21	89,31
	2011	88,36	110,88	136,29	174,7	183,58	181,63	201,25	213,6	184,79	164,51	88,41	91,28
	2012	86,79	110,59	184,69	127,24	201,87	195,9	213,28	211,96	155,86	132,2	84,19	93,35
	2013	100,29	83,27	122,08	141,77	132,76	165,63	207,74	204,68	171,31	122,27	67,88	79,8
	2014	73,19	105,39	160,48	169,41	182,87	187,11	190,63	200,88	173,87	152,5	64,99	79,55
	2015	95,62	68,19	138,18	173,52	179,85	197,13	221,1	200,53	169,02	127,96	98,21	84,38
	2016	60,54	83,7	118,27	151,82	186,54	170,29	169,73	185,43	145,95	121,81	77,66	91,39
40	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	80,89	88,98	179,79	145,54	179,37	204,02	219,56	195,98	167,64	143,37	90,69	91,98
	2006	68,23	119,93	137,57	164,68	196,79	190,68	205,88	201,03	154,96	130,86	93,31	89,11
	2007	110,31	102,28	122,86	151,81	167,5	177,11	206,11	179,69	171,66	132,93	118,92	116,32
	2008	110,27	121,86	136,97	174,04	151,64	170,45	196,23	198,31	164,53	127,86	63,91	66
	2009	88,16	119,66	173,83	151,84	188,39	193,43	215,77	190,74	168,46	150,85	95,93	63,04
	2010	64	94,54	143,68	184,16	157,65	158,82	206,34	201,09	163,26	136,52	104,74	92,96
	2011	91,36	113,77	137,06	173,06	179,17	176,12	195,64	210,49	185,43	168,24	91,23	95,11
	2012	89,69	113,27	186,49	125,65	196,74	189,76	207,4	208,72	155,87	134,56	86,74	97,37
	2013	104,21	84,69	122,59	140,23	129,62	160,35	202,18	201,44	171,51	124,38	69,69	83,08
	2014	75,28	107,88	162,12	167,77	178,56	181,14	185,51	197,8	174,08	155,82	66,52	82,73
	2015	99,27	69,2	139,28	171,93	175,32	190,83	214,95	197,56	169,5	130,32	101,71	87,76
	2016	62,55	85,32	118,59	150,19	182,21	165,1	165,15	182,43	145,85	123,96	80,06	95,35

45	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	83,3	90,5	180,54	143,01	174,14	196,75	211,68	191,6	167,14	145,29	93	95,35
	2006	69,78	122,66	137,56	162,18	191,1	183,93	199,05	196,68	154,17	132,37	95,67	92,24
	2007	113,92	103,99	123	149,39	162,7	170,97	199,01	175,74	170,87	134,72	122,37	120,75
	2008	113,86	124,15	137	171,35	147,38	164,44	189,47	194,04	163,82	129,35	65,01	67,93
	2009	90,71	121,95	174,49	149,42	182,95	186,59	208,29	186,78	167,83	152,96	98,36	64,86
	2010	65,17	95,98	143,65	181,42	152,76	153,29	199,12	196,92	162,48	138,23	107,61	96,03
	2011	93,81	115,95	137,04	170,47	174,04	170,03	188,96	206,09	184,94	170,86	93,51	98,33
	2012	92,05	115,23	187,12	123,4	190,9	183,1	200,31	204,18	154,98	136,1	88,75	100,77
	2013	107,46	85,64	122,42	137,96	125,98	154,62	195,45	197	170,71	125,75	71,08	85,84
	2014	76,94	109,72	162,77	165,21	173,49	174,72	179,4	193,55	173,27	158,16	67,68	85,41
	2015	102,3	69,85	139,55	169,39	170,12	184,01	207,56	193,4	168,98	131,87	104,56	90,6
	2016	64,17	86,44	118,26	147,75	177,04	159,35	159,79	178,39	144,92	125,37	81,97	98,7
50	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	85,2	91,48	180,16	139,67	168	188,35	203,33	186,47	165,52	146,3	94,73	98,1
	2006	70,93	124,6	136,75	158,81	184,36	176,18	191,19	191,36	152,44	133,06	97,44	94,77
	2007	116,77	105,06	122,44	146,17	157,12	164,02	191,08	170,84	169,04	135,66	125,02	124,38
	2008	116,69	125,65	136,25	167,7	142,52	157,63	181,96	188,7	162,14	130,04	65,74	69,44
	2009	92,7	123,47	174,05	146,22	176,49	178,69	199,96	181,8	166,17	154,1	100,18	66,29
	2010	65,98	96,85	142,79	177,69	147,1	147,08	191,08	191,67	160,72	139,09	109,8	98,48
	2011	95,69	117,41	136,24	166,92	168,01	163,08	181,5	200,54	183,3	172,38	95,21	100,93
	2012	93,84	116,46	186,55	120,61	183,99	175,46	192,38	198,48	153,16	136,81	90,23	103,52
	2013	110,01	86,11	121,57	134,95	121,8	148,15	187,77	191,53	168,87	126,36	72,05	88,05
	2014	78,16	110,9	162,41	161,75	167,57	167,36	172,52	188,23	171,39	159,48	68,45	87,54
	2015	104,69	70,11	139	165,9	164,06	176,15	199,32	188,16	167,44	132,62	106,75	92,85
	2016	65,41	87,07	117,28	144,56	170,98	152,84	153,79	173,44	143,14	126,01	83,39	101,4
55	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	86,55	91,89	178,63	135,57	160,92	178,84	193,52	180,14	162,9	146,39	95,88	100,22
	2006	71,65	125,72	135,13	154,53	176,58	167,44	182,25	184,94	149,79	132,94	98,59	96,68
	2007	118,86	105,48	121,18	142,14	150,68	156,18	182,03	165,01	166,15	135,75	126,83	127,17
	2008	118,74	126,36	134,71	163,08	136,94	149,95	173,37	182,29	159,49	129,92	66,1	70,53
	2009	94,1	124,19	172,48	142,22	169,04	169,8	190,41	175,78	163,49	154,26	101,38	67,31
	2010	66,43	97,14	141,09	172,91	140,66	140,1	181,89	185,33	157,98	139,08	111,29	100,31
	2011	96,97	118,13	134,65	162,4	161,04	155,26	173,04	193,8	180,5	172,75	96,32	102,87
	2012	95,06	116,94	184,8	117,23	176,02	166,86	183,32	191,62	150,44	136,66	91,15	105,58
	2013	111,85	86,09	120,04	131,2	117,02	140,86	179,01	184,95	165,99	126,2	72,59	89,69
	2014	78,91	111,39	161,04	157,34	160,74	159,06	164,75	181,86	168,45	159,77	68,84	89,12
	2015	106,4	69,98	137,61	161,44	157,11	167,28	189,87	181,85	164,87	132,54	108,25	94,52
	2016	66,23	87,19	115,65	140,6	163,97	145,53	147,04	167,53	140,53	125,88	84,29	103,43
60	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	87,37	91,75	175,97	130,71	152,94	168,28	182,56	172,73	159,29	145,54	96,41	101,67
	2006	71,94	126,03	132,72	149,36	167,8	157,75	172,25	177,43	146,25	131,99	99,13	97,95
	2007	120,15	105,25	119,23	137,31	143,43	147,52	171,94	158,22	162,22	134,98	127,8	129,1
	2008	120	126,27	132,38	157,51	130,68	141,47	163,79	174,8	155,88	129	66,07	71,18
	2009	94,9	124,12	169,81	137,44	160,64	159,97	179,75	168,72	159,81	153,43	101,93	67,92
	2010	66,49	96,85	138,57	167,12	133,49	132,42	171,65	177,88	154,29	138,21	112,06	101,48
	2011	97,64	118,1	132,28	156,92	153,19	146,62	163,61	185,88	176,57	171,98	96,83	104,14
	2012	95,68	116,68	181,86	113,29	167,04	157,35	173,21	183,57	146,82	135,66	91,5	106,95
	2013	112,96	85,57	117,84	126,73	111,67	132,82	169,22	177,27	162,11	125,27	72,7	90,76
	2014	79,21	111,2	158,67	152,02	153,03	149,89	156,1	174,41	164,47	159,03	68,83	90,13
	2015	107,43	69,47	135,4	156,04	149,31	157,48	179,29	174,46	161,29	131,64	109,06	95,57
	2016	66,65	86,8	113,37	135,88	156,06	137,46	139,55	160,66	137,09	124,97	84,68	104,78
65	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	87,62	91,05	172,19	125,13	144,12	156,77	170,52	164,3	154,71	143,76	96,34	102,46
	2006	71,81	125,5	129,52	143,34	158,07	147,2	161,25	168,88	141,81	130,22	99,03	98,58
	2007	120,64	104,37	116,59	131,72	135,42	138,1	160,86	150,52	157,29	133,35	127,91	130,15
	2008	120,45	125,37	129,29	151,03	123,76	132,24	153,28	166,26	151,33	127,28	65,67	71,38
	2009	95,09	123,24	166,04	131,92	151,35	149,27	168,03	160,67	155,15	151,62	101,83	68,11
	2010	66,19	95,98	135,23	160,36	125,62	124,07	160,42	169,37	149,66	136,47	112,11	101,99
	2011	97,71	117,31	129,13	150,53	144,5	137,21	153,3	176,83	171,52	170,07	96,74	104,73
	2012	95,71	115,67	177,75	108,81	157,11	147	162,1	174,4	142,33	133,82	91,29	107,62
	2013	113,32	84,56	114,98	121,56	105,79	124,09	158,44	168,53	157,23	123,56	72,37	91,24
	2014	79,03	110,33	155,3	145,83	144,51	139,93	146,63	165,93	159,48	157,26	68,43	90,56
	2015	107,77	68,57	132,37	149,73	140,72	146,8	167,67	166,02	156,73	129,91	109,15	96,02
	2016	66,65	85,9	110,46	130,43	147,3	128,7	131,37	152,87	132,86	123,29	84,54	105,44

70	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	87,32	89,78	167,3	118,87	134,53	144,36	157,49	154,91	149,19	141,06	95,66	102,56
	2006	71,25	124,15	125,56	136,5	147,48	135,84	149,33	159,34	136,53	127,64	98,31	98,54
	2007	120,33	102,84	113,29	125,4	126,71	127,99	148,88	141,96	151,38	130,88	127,17	130,31
	2008	120,09	123,67	125,44	143,69	116,24	122,33	141,92	156,75	145,88	124,76	64,89	71,14
	2009	94,68	121,56	161,2	125,69	141,23	137,77	155,36	151,69	149,54	148,83	101,09	67,87
	2010	65,51	94,53	131,11	152,66	117,12	115,14	148,28	159,86	144,13	133,87	111,42	101,84
	2011	97,16	115,78	125,25	143,25	135,04	127,11	142,17	166,7	165,4	167,03	96,05	104,63
	2012	95,14	113,91	172,5	103,81	146,31	135,88	150,08	164,17	136,99	131,13	90,5	107,57
	2013	112,93	83,07	111,49	115,73	99,43	114,73	146,76	158,8	151,4	121,1	71,59	91,13
	2014	78,38	108,77	150,96	138,81	135,24	129,24	136,39	156,49	153,51	154,46	67,63	90,41
	2015	107,42	67,29	128,55	142,54	131,4	135,32	155,08	156,61	151,21	127,37	108,53	95,83
2016	66,23	84,49	106,95	124,3	137,76	119,3	122,55	144,2	127,86	120,85	83,88	105,39	
75	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	86,46	87,97	161,36	111,98	124,16	130,45	143,32	144,61	142,77	137,46	94,37	101,99
	2006	70,26	121,98	120,86	128,9	136,03	123,06	136,32	148,89	130,43	124,27	96,96	97,85
	2007	119,21	100,67	109,34	118,4	117,29	116,39	135,81	132,6	144,53	127,57	125,57	129,57
	2008	118,93	121,18	120,88	135,53	108,14	111,06	129,6	146,33	139,55	121,46	63,74	70,45
	2009	93,66	119,09	155,32	118,79	130,31	124,83	141,57	141,82	143,02	145,09	99,7	67,22
	2010	64,45	92,5	126,23	144,09	107,99	104,97	135,12	149,41	137,74	130,44	110,01	101,02
	2011	95,99	113,51	120,64	135,16	124,8	115,6	130,06	155,58	158,23	162,88	94,75	103,84
	2012	93,97	111,42	166,14	98,34	134,65	123,34	136,99	152,94	130,84	127,62	89,15	106,8
	2013	111,8	81,1	107,38	109,28	92,58	104,05	134,03	148,15	144,65	117,9	70,39	90,42
	2014	77,27	106,54	145,69	130,99	125,22	117,25	125,16	146,15	146,6	150,66	66,44	89,68
	2015	106,36	65,65	123,97	134,54	121,36	122,47	141,34	146,27	144,77	124,03	107,21	95,03
2016	65,39	82,59	102,85	117,51	127,44	108,49	112,82	134,73	122,11	117,66	82,7	104,64	
80	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	85,05	85,62	154,39	104,5	112,91	117,31	128,63	133,4	135,49	132,99	92,47	100,74
	2006	68,85	119	115,47	120,58	123,62	111,12	122,83	137,5	123,56	120,12	94,99	96,51
	2007	117,29	97,87	104,77	110,77	106,88	105,65	122,33	122,43	136,79	123,45	123,12	127,95
	2008	116,96	117,92	115,62	126,61	99,15	100,57	116,81	134,99	132,4	117,41	62,22	69,32
	2009	92,05	115,86	148,45	111,27	118,44	112,76	127,29	131,06	135,63	140,41	97,67	66,14
	2010	63,04	89,93	120,61	134,7	98,09	95,56	121,52	138,01	130,52	126,19	107,89	99,54
	2011	94,23	110,52	115,35	126,29	113,6	104,83	117,5	143,45	150,08	157,64	92,86	102,38
	2012	92,21	108,21	158,73	92,44	122,08	111,67	123,44	140,72	123,93	123,32	87,24	105,32
	2013	109,92	78,68	102,68	102,25	84,97	94,27	120,92	136,55	137,04	113,97	68,76	89,12
	2014	75,7	103,65	139,5	122,45	114,13	106,11	113,55	134,88	138,8	145,88	64,87	88,36
	2015	104,62	63,64	118,65	125,78	110,43	110,41	127,09	135,02	137,46	119,92	105,18	93,61
2016	64,14	80,21	98,19	110,13	116,06	98,52	102,63	124,43	115,68	113,74	81	103,19	
85	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	83,1	82,74	146,46	96,49	101,51	103,74	113,98	121,42	127,41	127,66	90	98,82
	2006	67,03	115,24	109,41	111,62	111,06	98,81	109,27	125,34	115,97	115,24	92,42	94,53
	2007	114,59	94,47	99,62	102,57	96,37	94,64	108,86	111,59	128,23	118,55	119,85	125,46
	2008	114,2	113,91	109,71	117	90,12	89,79	104,05	122,92	124,47	112,63	60,35	67,76
	2009	89,84	111,87	140,63	103,2	106,42	100,36	113,03	119,57	127,43	134,84	95,03	64,65
	2010	61,27	86,81	114,32	124,57	88,34	85,93	107,95	125,8	122,54	121,16	105,07	97,41
	2011	91,87	106,82	109,41	116,73	102,25	93,77	105,06	130,45	141	151,36	90,38	100,23
	2012	89,87	104,31	150,3	86,14	109,37	99,66	109,92	127,7	116,31	118,26	84,79	103,14
	2013	107,32	75,8	97,43	94,71	77,33	84,23	107,63	124,2	128,61	109,36	66,71	87,25
	2014	73,69	100,12	132,46	113,25	102,94	94,64	101,99	122,89	130,16	140,16	62,94	86,48
	2015	102,21	61,29	112,63	116,32	99,42	97,99	112,82	123	129,32	115,07	102,47	91,59
2016	62,49	77,36	93,01	102,2	104,56	88,31	92,6	113,45	108,59	109,12	78,81	101,05	
90	Año\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	2005	80,62	79,37	137,6	87,81	90,17	89,68	99,13	108,82	118,58	121,54	86,95	96,25
	2006	64,82	110,73	102,73	101,89	98,38	86,07	95,49	112,57	107,71	109,65	89,28	91,92
	2007	111,12	90,48	93,93	93,72	85,98	83,26	95,27	100,19	118,89	112,91	115,78	122,1
	2008	110,67	109,17	103,19	106,58	81,09	78,65	91,14	110,24	115,83	107,17	58,13	65,78
	2009	87,06	107,17	131,93	94,43	94,46	87,53	98,59	107,38	118,48	128,41	91,78	62,77
	2010	59,16	83,18	107,38	113,55	78,57	76	94,22	112,85	113,84	115,38	101,56	94,64
	2011	88,94	102,45	102,86	106,33	90,92	82,34	92,51	116,69	131,06	144,08	87,35	97,44
	2012	86,98	99,75	140,94	79,33	96,61	87,24	96,24	114,01	108,03	112,46	81,82	100,28
	2013	104,02	72,51	91,67	86,55	69,8	73,87	94,18	111,24	119,43	104,08	64,27	84,81
	2014	71,24	95,99	124,61	103,23	91,86	82,79	90,36	110,22	120,76	133,53	60,64	84,04
	2015	99,13	58,62	105,97	106,05	88,52	85,15	98,31	110,31	120,43	109,51	99,1	88,97
2016	60,45	74,06	87,35	93,6	93,04	77,76	82,54	101,87	100,91	103,84	76,13	98,23	

Con todos estos datos obtenemos el promedio de irradiación diaria (dividiendo entre los días del mes en cuestión) para cada mes y cada inclinación. Quedándonos tal que así:

días	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Irradiacion media diaria (Wh/m2)												
inclinacion\ mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	1640	2352,3	3736,8	4909,3	5826,37	6573,11	6947,1	6125,9	4600,3333	3105,4	1806,667	1522,634
5	1827,3	2552	3942,4	5052,3	5906,02	6615,89	7022,7	6281,4	4817,1667	3348,7	1994,278	1730,403
10	2005,4	2739	4127,9	5169,6	5956,96	6624,83	7061,8	6402,9	5008,5556	3574,5	2172,028	1929,301
15	2173,1	2911,5	4291,3	5260,1	5977,69	6611,64	7069,3	6488,7	5172,5556	3780,7	2338,278	2117,661
20	2328,7	3068	4431,3	5322,5	5966,21	6558,81	7034,8	6537,7	5307,6667	3965,5	2491,861	2294,005
25	2470,9	3207,2	4546,6	5356,3	5922,58	6470,28	6960,5	6549,2	5412,4722	4127,3	2631,306	2456,855
30	2598,8	3327,9	4636	5360,5	5846,72	6346,17	6846,2	6522,4	5485,8611	4264,8	2755,472	2604,839
35	2711,2	3429	4698,4	5335,2	5738,82	6187,19	6692,7	6457,3	5527	4376,5	2863,333	2736,801
40	2807	3509,7	4733,4	5280,3	5599,35	5993,92	6507,3	6358,3	5535,4167	4461,5	2954,028	2851,64
45	2885,7	3569,1	4740,3	5197,1	5437,1	5782,78	6285,2	6221,4	5511,4167	4518,9	3026,583	2948,414
50	2946,4	3606,8	4719,1	5086	5247,31	5541,64	6037,3	6051,7	5453,6944	4548,1	3080,528	3026,21
55	2988,6	3622,1	4669,4	4946,3	5028,82	5269,89	5754	5847	5362,7222	4548,8	3115,306	3084,489
60	3011,9	3615,2	4591,7	4778,7	4783,01	4969,53	5438	5607,6	5239,1389	4520,7	3130,556	3122,661
65	3016,1	3585,8	4486,2	4584,4	4511,48	4642,72	5091	5334,9	5083,6111	4464	3126,139	3140,538
70	3001,2	3534	4353,8	4364,6	4216,37	4291,69	4715,8	5030,9	4897,2778	4379	3102	3137,688
75	2967,1	3460,3	4195,3	4120,9	3897,77	3894,33	4306,8	4697,5	4681,2222	4266,2	3058,306	3114,274
80	2914,1	3365,3	4011,9	3854,9	3549,35	3524,39	3883,2	4334,5	4437,1667	4126,5	2995,194	3070,376
85	2842,7	3249,3	3804,8	3568,9	3198,09	3144,08	3460,1	3947,1	4166,7778	3960,8	2913,389	3006,371
90	2753,3	3113,4	3575,7	3258,5	2847,85	2750,94	3032,2	3538,7	3872,0833	3770,3	2813,306	2922,661

El siguiente paso y más importante es dividir la irradiación media diaria de cada mes entre el consumo medio diario del propio mes. Esto se hará para cada inclinación.

Los consumos ya mencionados anteriormente son los siguientes:

Consumo medio diario (Wh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
3501.53226	4135.14286	3751.22581	7027.41667	7256.37097	8403.5	10868.3871	14419.0323	10729.25	3468.06452	2980.25	3390.48387

Al hacer esto, elegiremos cual es el menor valor de cada inclinación (este valor marca cual es el mes crítico para esa inclinación ya que representa cuanta es la irradiación que recibo en proporción con el consumo que tengo en ese mes). Así pues, si consigo que ese mes la generación que tenga con la irradiación que me llega sea superior que el consumo de ese mes, puedo garantizar que el resto de meses también cumplan esto.

Tras seleccionar cual es el mes crítico de cada inclinación me quedará con el valor máximo de los seleccionados (y en consiguiente con la inclinación óptima y el mes de diseño). De esta forma hacemos que la irradiación que recibo en proporción al consumo del mes crítico sea la mayor posible.

Dicho todo esto, queda tal que así:

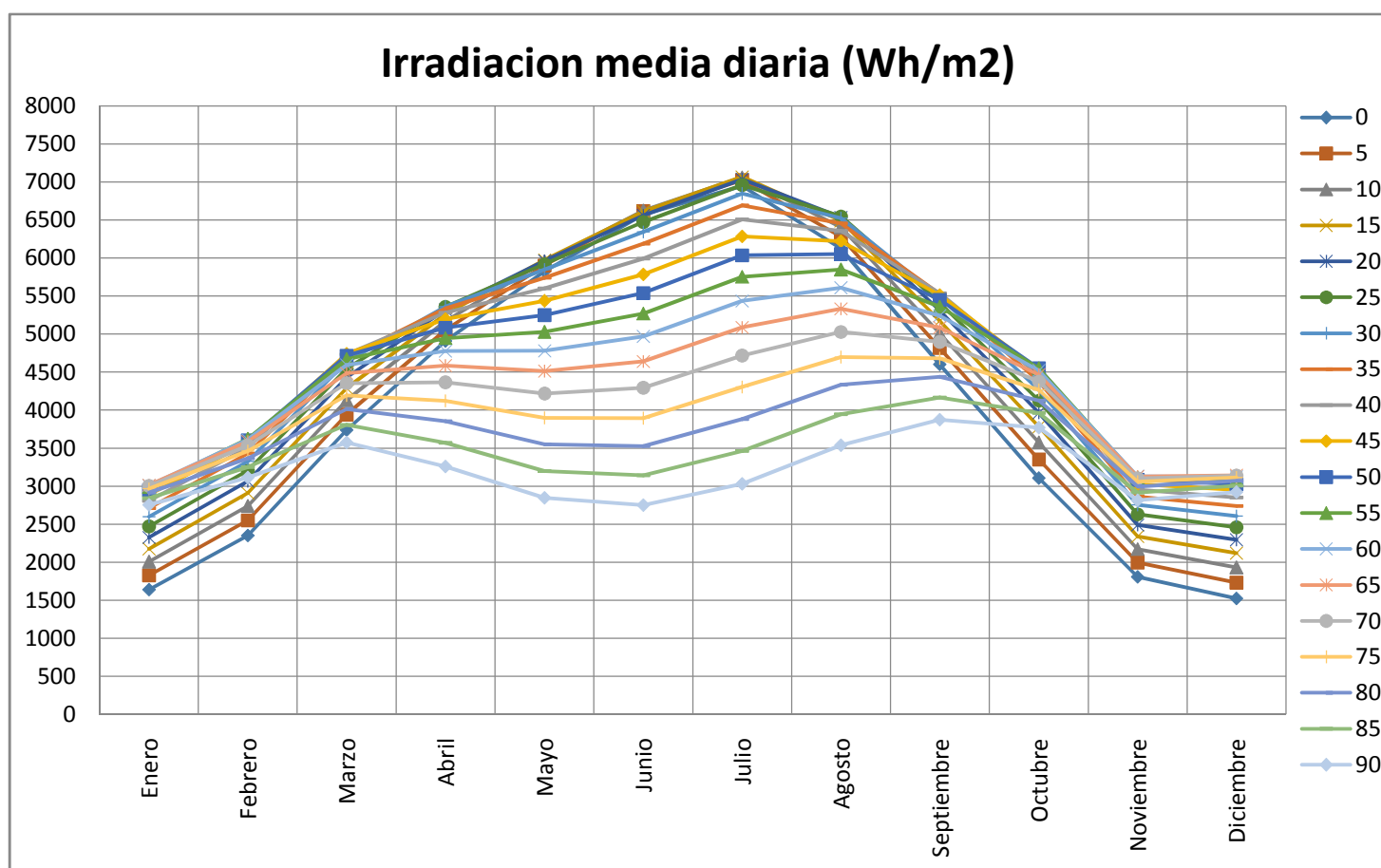
inclinación \ mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Mínimo de inclinación	Maxima de selección
0	0,468359	0,5688486	0,996155	0,6985932	0,8029318	0,78218732	0,6392022	0,42484918	0,428765602	0,89542833	0,60621313	0,44909059	0,4248492	0,45420293
5	0,521853	0,6171589	1,050968	0,7189381	0,8139084	0,78727779	0,6461598	0,43563428	0,448975154	0,96559235	0,66916459	0,51037058	0,4356343	
10	0,572729	0,6623699	1,100407	0,7356346	0,8209286	0,78834216	0,6497561	0,44405729	0,466813203	1,03068707	0,72880724	0,56903414	0,4440573	
15	0,620612	0,7040786	1,143984	0,7485088	0,8237848	0,78677205	0,6504437	0,45001193	0,482098521	1,09014665	0,78459115	0,6245897	0,4500119	
20	0,665039	0,7419235	1,181306	0,7573946	0,822203	0,78048498	0,6472679	0,45340686	0,494691303	1,14344402	0,83612486	0,67660118	0,4534069	
25	0,705666	0,7755851	1,212041	0,7621933	0,8161904	0,76995035	0,6404339	0,45420293	0,504459512	1,1900986	0,88291437	0,72463251	0,4542029	
30	0,742202	0,8047923	1,235854	0,762802	0,8057362	0,75518137	0,629922	0,45234979	0,511299589	1,22973057	0,92457754	0,76827934	0,4523498	
35	0,774292	0,8292393	1,252501	0,7592011	0,790866	0,73626399	0,6157916	0,4478344	0,515133863	1,26194463	0,96076951	0,80720074	0,4478344	
40	0,801661	0,8487525	1,261831	0,7513825	0,7716467	0,71326431	0,5987376	0,44096438	0,515918323	1,28644622	0,99120133	0,84107163	0,4409644	
45	0,824117	0,8631232	1,263673	0,7395439	0,7492859	0,6881392	0,5783	0,43147311	0,513681447	1,30300282	1,01554679	0,86961451	0,4314731	
50	0,841467	0,8722336	1,258005	0,7237328	0,7231317	0,65944415	0,5554929	0,41969992	0,508301554	1,31143615	1,03364744	0,89255982	0,4196999	
55	0,853505	0,8759374	1,244762	0,7038543	0,693021	0,62710643	0,5294284	0,4055087	0,499822655	1,31161442	1,04531685	0,90974898	0,4055087	
60	0,860161	0,8742627	1,224044	0,6800073	0,6591464	0,59136405	0,5003463	0,38890318	0,488304298	1,30352215	1,05043387	0,92100756	0,3889032	
65	0,861366	0,8671468	1,195917	0,6523616	0,6217266	0,55247483	0,4684272	0,36998963	0,473808618	1,28717484	1,0489519	0,92628007	0,3699896	
70	0,857106	0,8546314	1,160624	0,6210793	0,5810578	0,51070321	0,4339037	0,34890415	0,456441762	1,26265774	1,04085228	0,92543964	0,3489042	
75	0,847363	0,8368139	1,118387	0,5863977	0,5371513	0,46341802	0,3962711	0,32578656	0,436304702	1,23014913	1,02619094	0,91853385	0,3257866	
80	0,832247	0,8138192	1,069478	0,5485539	0,4891364	0,41939536	0,3572906	0,30061075	0,413557953	1,18984281	1,00501449	0,90558648	0,3006108	
85	0,811841	0,7857656	1,014285	0,5078522	0,4407288	0,37413974	0,3183644	0,27374401	0,388356854	1,14207206	0,97756527	0,88670853	0,273744	
90	0,786299	0,752924	0,953208	0,4636879	0,3924619	0,32735699	0,278993	0,2454175	0,360890401	1,08715468	0,94398307	0,86201893	0,2454175	

Podemos ver que para todas las inclinaciones el mes crítico es agosto (esto es probablemente debido a que el consumo en este mes es considerablemente alto, y esto pesa más que la buena cantidad de irradiación que se recibe en este mes).

Así pues de todos estos valores seleccionados nos quedamos con el mayor por lo anteriormente comentado.

Nuestro mes de diseño será agosto y la inclinación de diseño serán 25°.

Representación de la irradiación por meses según ángulo de inclinación.



3.2. Mes e inclinación de diseño para necesidades térmicas de ACS

El procedimiento es exactamente el mismo que para el apartado de mes e inclinación de diseño para las necesidades eléctricas tan solo cambia la demanda energética eléctrica por la demanda energética térmica, por consiguiente la tabla de irradiación diaria promedio es la misma:

días	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Irradiacion media diaria (Wh/m2)												
inclinacion\ mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	1640	2352,3	3736,8	4909,3	5826,37	6573,11	6947,1	6125,9	4600,3333	3105,4	1806,667	1522,634
5	1827,3	2552	3942,4	5052,3	5906,02	6615,89	7022,7	6281,4	4817,1667	3348,7	1994,278	1730,403
10	2005,4	2739	4127,9	5169,6	5956,96	6624,83	7061,8	6402,9	5008,5556	3574,5	2172,028	1929,301
15	2173,1	2911,5	4291,3	5260,1	5977,69	6611,64	7069,3	6488,7	5172,5556	3780,7	2338,278	2117,661
20	2328,7	3068	4431,3	5322,5	5966,21	6558,81	7034,8	6537,7	5307,6667	3965,5	2491,861	2294,005
25	2470,9	3207,2	4546,6	5356,3	5922,58	6470,28	6960,5	6549,2	5412,4722	4127,3	2631,306	2456,855
30	2598,8	3327,9	4636	5360,5	5846,72	6346,17	6846,2	6522,4	5485,8611	4264,8	2755,472	2604,839
35	2711,2	3429	4698,4	5335,2	5738,82	6187,19	6692,7	6457,3	5527	4376,5	2863,333	2736,801
40	2807	3509,7	4733,4	5280,3	5599,35	5993,92	6507,3	6358,3	5535,4167	4461,5	2954,028	2851,64
45	2885,7	3569,1	4740,3	5197,1	5437,1	5782,78	6285,2	6221,4	5511,4167	4518,9	3026,583	2948,414
50	2946,4	3606,8	4719,1	5086	5247,31	5541,64	6037,3	6051,7	5453,6944	4548,1	3080,528	3026,21
55	2988,6	3622,1	4669,4	4946,3	5028,82	5269,89	5754	5847	5362,7222	4548,8	3115,306	3084,489
60	3011,9	3615,2	4591,7	4778,7	4783,01	4969,53	5438	5607,6	5239,1389	4520,7	3130,556	3122,661
65	3016,1	3585,8	4486,2	4584,4	4511,48	4642,72	5091	5334,9	5083,6111	4464	3126,139	3140,538
70	3001,2	3534	4353,8	4364,6	4216,37	4291,69	4715,8	5030,9	4897,2778	4379	3102	3137,688
75	2967,1	3460,3	4195,3	4120,9	3897,77	3894,33	4306,8	4697,5	4681,2222	4266,2	3058,306	3114,274
80	2914,1	3365,3	4011,9	3854,9	3549,35	3524,39	3883,2	4334,5	4437,1667	4126,5	2995,194	3070,376
85	2842,7	3249,3	3804,8	3568,9	3198,09	3144,08	3460,1	3947,1	4166,7778	3960,8	2913,389	3006,371
90	2753,3	3113,4	3575,7	3258,5	2847,85	2750,94	3032,2	3538,7	3872,0833	3770,3	2813,306	2922,661

El siguiente paso y más importante es dividir la irradiación media diaria de cada mes entre la demanda energética térmica media diaria del propio mes. Esto se hará para cada inclinación. La demanda energética térmica media diaria pasada a wh es la siguiente:

Demanda energetica media diaria (Wh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
3926,79	2763,07	2777,55	5278,18	5856,35	10730,3	13722	17642,6	10730,3	3123,39	2152,6	2423,26

Al hacer esto, elegiremos cual es el menor valor de cada inclinación (este valor marca cual es el mes crítico para esa inclinación ya que representa cuanta es la irradiación que recibo en proporción con la demanda que tengo en ese mes). Así pues, si consigo que ese mes la cobertura solar sea un determinado valor, puedo garantizar que el resto de meses esta cobertura solar va a ser superior a este valor.

Tras seleccionar cual es el mes crítico de cada inclinación me quedará con el valor máximo de los seleccionados (y en consiguiente con la inclinación óptima y el mes de diseño). De esta forma hacemos que la irradiación que recibo en proporción a la demanda del mes crítico sea la mayor posible.

Dicho todo esto, queda tal que así:

inclinación \ mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem	Mínimo de inclinación	Maxima de selección
0	0,41764	0,85133	1,34536	0,93011	0,99488	0,61257	0,50627	0,34722	0,42872	0,99424	0,83929	0,62834	0,347223	0,371213
5	0,46534	0,92363	1,41939	0,9572	1,00848	0,61656	0,51178	0,35604	0,44893	1,07215	0,92645	0,71408	0,3560375	
10	0,51071	0,99129	1,48616	0,97943	1,01718	0,61739	0,51463	0,36292	0,46677	1,14443	1,00902	0,79616	0,3629215	
15	0,5534	1,05371	1,54501	0,99657	1,02072	0,61617	0,51518	0,36779	0,48205	1,21045	1,08626	0,87389	0,3677881	
20	0,59302	1,11034	1,59541	1,0084	1,01876	0,61124	0,51266	0,37056	0,49464	1,26963	1,1576	0,94666	0,3705628	
25	0,62925	1,16072	1,63692	1,01479	1,01131	0,60299	0,50725	0,37121	0,50441	1,32143	1,22238	1,01387	0,3712134	
30	0,66182	1,20443	1,66908	1,0156	0,99836	0,59142	0,49892	0,3697	0,51125	1,36544	1,28007	1,07493	0,3696988	
35	0,69044	1,24102	1,69157	1,01081	0,97993	0,57661	0,48773	0,36601	0,51508	1,4012	1,33017	1,12939	0,3660085	
40	0,71484	1,27022	1,70417	1,0004	0,95612	0,5586	0,47422	0,36039	0,51587	1,42841	1,37231	1,17678	0,3603937	
45	0,73487	1,29173	1,70666	0,98463	0,92841	0,53892	0,45804	0,35264	0,51363	1,44679	1,40601	1,21672	0,3526366	
50	0,75034	1,30536	1,699	0,96358	0,896	0,51645	0,43997	0,34301	0,50825	1,45616	1,43107	1,24882	0,3430146	
55	0,76107	1,31091	1,68111	0,93712	0,85869	0,49112	0,41933	0,33142	0,49977	1,45636	1,44723	1,27287	0,3314163	
60	0,76701	1,3084	1,65313	0,90537	0,81672	0,46313	0,39629	0,31784	0,48826	1,44737	1,45431	1,28862	0,3178449	
65	0,76808	1,29775	1,61515	0,86856	0,77036	0,43267	0,37101	0,30239	0,47376	1,42922	1,45226	1,296	0,3023871	
70	0,76428	1,27902	1,56748	0,82691	0,71997	0,39996	0,34367	0,28515	0,4564	1,402	1,44105	1,29482	0,2851542	
75	0,7556	1,25236	1,51044	0,78073	0,66556	0,36293	0,31386	0,26626	0,43626	1,3659	1,42075	1,28516	0,2662606	
80	0,74212	1,21794	1,44439	0,73035	0,60607	0,32845	0,28299	0,24568	0,41352	1,32115	1,39143	1,26705	0,2456848	
85	0,72392	1,17596	1,36984	0,67616	0,54609	0,29301	0,25216	0,22373	0,38832	1,2681	1,35343	1,24063	0,223727	
90	0,70115	1,12681	1,28736	0,61736	0,48628	0,25637	0,22097	0,20058	0,36085	1,20713	1,30693	1,20609	0,2005761	

Podemos ver que para todas las inclinaciones, el mes crítico es agosto (esto es probablemente debido a que la demanda en este mes es considerablemente alta, y esto pesa más que la buena cantidad de irradiación que se recibe en este mes).

Así pues, de todos estos valores seleccionados nos quedamos con el mayor por lo anteriormente comentado.

Nuestro mes de diseño será agosto y la inclinación de diseño serán 25°.

4. Dimensionado del sistema de generación Fotovoltaico (INDEPENDIENTE).

(NOTA: Las casillas en **amarillo** representan: datos de partida, en **rojo**: factores escogidos, y en **verde**: datos de los elementos seleccionados.)

4.1. Consumo total corregido, HSP y corriente de diseño.

Como ya hemos dicho, el mes de diseño es agosto y la inclinación de 25°. Por tanto debemos sacar nuestros datos de partida de estas condiciones.

El consumo estimado en corriente alterna del mes de agosto es de 14419.03 wh.

La irradiación media diaria para este mes y esta inclinación es de 6549.167wh/m².

Por consiguiente:

- **HSP:**

$$HSP_{\text{Agosto}-25^\circ} = \frac{E_{\text{media diaria}}}{E_{\text{CEM}}}$$

Donde:

– $HSP_{\text{Agosto}-25^\circ}$ = es la radiación solar según el ángulo de inclinación.

– $E_{\text{media diaria}}$ = Irradianción media diaria, en $\frac{\text{wh}}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}$.

– E_{CEM} = Irradiancia en condiciones estandares de medida, en $\frac{\text{w}}{\text{m}^2}$.

$$HSP_{\text{Agosto}-25^\circ} = \frac{6549.167 \frac{\text{wh}}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}}{1000 \frac{\text{w}}{\text{m}^2}} = 6.5491 \frac{\text{h}}{\text{dia}}$$

- **Consumo total Ah corregido:**

$$\text{Consumo total corregido} = \frac{\text{Consumo}_{\text{AC}}}{\eta_{\text{conv}} * \eta_{\text{cable}} * \eta_{\text{bat}} * V_{\text{SIST}}}$$

Donde:

–Consumo total corregido = Consumo medio diario aplicados factores, en $\frac{\text{Ah}}{\text{dia}}$.

– $\text{Consumo}_{\text{AC}}$ = Consumo medio diario en alterna de este mes, en $\frac{\text{wh}}{\text{dia}}$.

– η_{conv} = Rendimiento de conversión.

– η_{cable} = Rendimiento del cableado.

– η_{bat} = Rendimiento de la batería.

– V_{SIST} = Tensión nominal del sistema.

1,1 FV	1,2 FV		1,3 FV		1,4 FV		1,5 FV		1,6 FV	
Consumo AC (Wh/día)	Rendimiento de conversión		Voltaje nominal del sistema (V)		Factor de rendimiento de cableado		Factor de rendimiento de batería		Consumo total Ah corregido (Ah/Día)	
14419,03226	÷	0,9	÷	48	÷	0,97	÷	0,9	=	382,3297765

- **Corriente de diseño:**

$$\text{Corriente de diseño} = \frac{\text{Consumo total corregido}}{HSP_{\text{Agosto}-25^{\circ}}}$$

Donde:

–Corriente de diseño = La corriente que debe suministrar el campo FV, en A.

1,6 FV	1,7 FV		1,8 FV	
Consumo Corregido (Ah/Día)	Horas sol pico (Hrs/Día)		Corriente diseño (A)	
382,3297765	÷	6,5491667	=	58,37839

4.2. Baterías.

4.2.1. Cálculo inicial.

- **Capacidad necesaria de baterías:**

$$\text{Capacidad necesaria} = \frac{\text{Consumo total corregido} * DA}{PD * \eta_{temp}}$$

Donde:

–Capacidad necesaria = La capacidad minima que debe tener nuestro sistema de baterías para garantizar los días de autonomía, en Ah.

–DA = Son los días consecutivos que el sistema de baterías debe de ser capaz de suministrar energía si no tuviesemos aporte energético solar, en días.

–PD = Profundidad de descarga de la batería.

– η_{temp} = Rendimiento de la batería por temperatura.

1,6 FV	1,9 FV		2,1 FV		2,2 FV		2,3 FV	
Consumo total Ah corregido (Ah/Día)	Días de autonomía (Días)		Máxima profundidad de descarga		Corrección por temperatura		Capacidad necesaria de batería (Ah)	
382,3297765	X	1	÷	0,75	÷	0,85	=	599,73298

Importante: Se ha considerado 1 día de autonomía ya que el mes de diseño es agosto y se entiende que para este mes no habrá más de 1 día sin irradiación solar. Se estudiará también más adelante si con el resultado final de la batería resultante se garantizan los días de autonomía considerados para cada mes del año.

- Baterías en paralelo:**

$$Bat_{paralelo} = \frac{Capacidad\ necesaria}{C_{Bat.Selec}}$$

Donde:

– $Bat_{paralelo}$ = Baterías en paralelo.

– $C_{Bat.Selec}$ = Capacidad de la batería seleccionada, en Ah.

2,3 FV	2,4 FV		2,5 FV	
Capacidad necesaria de batería (Ah)	Capacidad de la batería seleccionada (Ah)		Baterías En Paralelo	
599,7329827	÷	600	=	1

Importante: El número de baterías se redondea hacia arriba ya que es un diseño crítico del sistema.

- Baterías en serie:**

$$Bat_{serie} = \frac{V_{SIST}}{V_{Bat}}$$

Donde:

– Bat_{serie} = Baterías en serie.

– V_{Bat} = Tension nominal de la batería seleccionada.

1,3 FV	2,6 FV		2,7 FV	
Voltaje Nominal del sistema (V)	Voltaje Nominal de la batería (V)		Baterías en Serie	
48	÷	48	=	1

- Total Baterías:**

$$Total\ Baterías = Bat_{serie} * Bat_{paralelo}$$

2,7 FV	2,5 FV		2,8 FV	
Baterías en Serie	Baterías en Paralelo		Nº Total Baterías	
1	X	1	=	1

- **Capacidad del sistema de Baterías:**

$$C_{SIST} = Bat_{paralelo} * C_{Bat.Selec}$$

Donde:

– C_{SIST} = Capacidad del sistema de baterías.

2,5 FV	2,4 FV	2,9 FV
Baterías En Paralelo	Capacidad de la batería seleccionada (Ah)	Capacidad del sistema de Baterías (Ah)
1	X 600	= 600

4.2.2. Comprobación cumplimiento días de autonomía.

Para cada mes del año se han considerado, teniendo en cuenta la irradiación y el consumo de cada uno de ellos, unos días de autonomía que se mostrarán más adelante.

Se pretende comprobar si con la batería seleccionada anteriormente con las condiciones de agosto cumpliríamos con los días de autonomía del resto de meses.

Par ello, con el consumo en alterna representado también más adelante, calcularíamos el consumo corregido en Ah/día para cada mes con la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo total corregido} = \frac{\text{Consumo}_{AC}}{\eta_{conv} * \eta_{cable} * \eta_{bat} * V_{SIST}}$$

Y con ayuda de éste calcularíamos los días de autonomía de cada mes en función de la capacidad de la batería seleccionada con esta fórmula:

$$\text{Días autonomía} = \frac{C_{bat.Select} * \eta_{temp} * PD}{\text{Consumo total corregido}}$$

Nos quedaría algo tal que así:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días autonomía mínimo	4	4	3	3	2	1	1	1	2	3	4	4
Consumo AC (wh/día)	3501.53	4135.14	3751.23	7027.42	7256.37	8403.5	10868.4	14419	10729.25	3468.065	2980.25	3390.4839
Consumo corregido (Ah/día)	92.8453	109.646	99.4661	186.336	192.407	222.824	288.182	382.33	284.492862	91.95793	79.0232171	89.900828
Días autonomía con este sistema	4.11975	3.4885	3.84553	2.05274	1.98797	1.7166	1.32729	1.00045	1.3444977	4.159511	4.84034964	4.2546883
¿Cumplimiento?	Cumple	NO Cumple	Cumple	NO Cumple	NO Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	NO Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Como se ve, hay varios meses en los que no cumpliríamos con los días de autonomía mínimos fijados.

4.2.3. Solución del problema.

Los meses críticos son abril y septiembre ya que ambos se quedan por debajo de sus días mínimos de autonomía fijados un 30%.

Para solucionar esto necesitamos una batería con una capacidad mayor a la actual. Para ello usaremos la misma fórmula anterior de donde despejaremos este valor para cualquiera de los dos meses dichos anteriormente (yo usaré abril):

$$\text{Capacidad necesaria} = \frac{\text{Consumo total corregido} * DA}{PD * \eta_{temp}}$$

1,6 FV	1,9 FV	2,1 FV	2,2 FV	2,3 FV
Consumo total Ah corregido (Ah/Día)	Días de autonomía (Días)	Máxima profundidad de descarga	Corrección por temperatura	Capacidad necesaria de batería (Ah)
186,3364056	X 3	÷ 0,75	÷ 0,85	= 876,8772

Visto esto, se colocará una batería de 900 Ah.

Para esta nueva batería recalculamos los días de autonomía que nos aportará para cada mes:

$$\text{Días autonomía} = \frac{C_{bat.Select} * \eta_{temp} * PD}{\text{Consumo total corregido}}$$

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días autonomía mínimo	4	4	3	3	2	1	1	1	2	3	4	4
Consumo AC (wh/día)	3501,53	4135,14	3751,23	7027,42	7256,37	8403,5	10868,4	14419	10729,25	3468,065	2980,25	3390,4839
Consumo corregido (Ah/día)	92,8453	109,646	99,4661	186,336	192,407	222,82	288,182	382,33	284,492862	91,95793	79,0232171	89,900828
Días autonomía con este sistema	6,17963	5,23275	5,7683	3,07911	2,98196	2,5749	1,99093	1,50067	2,01674656	6,239266	7,26052445	6,3820324
¿Cumplimiento?	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Como vemos, todos los meses cumplen con los días de autonomía prefijados para cada uno si colocamos una batería de 900 Ah.

4.3. Paneles Fotovoltaicos.

- Corriente de diseño corregida:

$$\text{Corriente diseño corregida} = \frac{\text{Corriente Diseño}}{\eta_{modulo}}$$

Donde:

–Corriente de diseño corregida = Corriente de diseño aplicado factores.

– η_{modulo} = Rendimiento del módulo.

1,8 FV	3,1 FV	3,2 FV
Corriente de diseño (A)	Factor de corrección del módulo	Corriente Diseño corregida (A)
58,37838552	÷ 0,9	= 64,8648728

- **Potencia mínima campo fotovoltaico:**

$$Potencia\ minima\ campo\ FV = Corriente\ diseño\ corregida * V_{SIST}$$

Donde:

–Potencia mínima campo FV = Potencia instalada mínima de placas FV.

3,2 FV	1,3 FV	3,3 FV
Corriente Diseño corregida (A)	Tensión nominal sistema (V)	Potencia mínima campo fotovoltaico (W)
64,8648728	X 48	= 3113,513894

- **Total módulos FV:**

$$Total\ módulos = \frac{Potencia\ minima\ campo\ FV}{PN_{Modulo}}$$

Donde:

–Total módulos = Número de paneles FV.

– PN_{Modulo} = Potencia nominal del módulo FV.

3,3 FV	3,4 FV	3,5 FV
Potencia mínima campo fotovoltaico (W)	Potencia nominal modulo fotovoltaico (W)	Total Módulos
3113,513894	÷ 340	= 10

Importante: El número de módulos se redondea hacia arriba ya que es un diseño crítico del sistema.

- **Módulos FV en serie:**

$$Módulos_{serie} = \frac{V_{SIST}}{VN_{modulo}}$$

Donde:

– $Módulos_{serie}$ = Número de paneles FV en serie.

– VN_{modulo} = Tensión nominal del módulo FV.

1,3 FV	3,6 FV	3,7 FV
Tensión nominal sistema (V)	Tensión nominal del módulo (V)	Módulos en serie
48	÷	38,5 = 2

- **Módulos FV en paralelo:**

$$Módulos_{paralelo} = \frac{Total\ módulos}{Módulos_{serie}}$$

Donde:

– $Módulos_{paralelo}$ = Número de paneles FV en paralelo.

3,5 FV	3,7 FV	3,8 FV
Total Módulos	Módulos en serie	Módulos en paralelo
10	÷	2 = 5

- **Corriente nominal generador FV:**

$$IN_{Generador} = Módulos_{paralelo} * IN_{Módulo}$$

Donde:

– $IN_{Generador}$ = Intensidad nominal generador FV.

– $IN_{Módulo}$ = Intensidad nominal de un módulo FV.

3,9 FV	3,8 FV	4,1 FV
Corriente Nominal Módulo (A)	Módulos en paralelo	Corriente Nominal Generador (A)
8,84	X	5 = 44,2

- ISC del generador FV:

$$ISC_{Generador} = Módulos_{paralelo} * ISC_{Módulo}$$

Donde:

– $ISC_{Generador}$ = Corriente de cortocircuito generador FV.

– $ISC_{Módulo}$ = Corriente de cortocircuito de un módulo FV.

4,2 FV	3,8 FV		4,3 FV	
Isc Módulo (A)	Módulos en paralelo		Isc del Generador (A)	
9,45	X	5	=	47,25

- Tensión del generador FV:

$$VN_{Generador} = Módulos_{serie} * VN_{Módulo}$$

Donde:

– $VN_{Generador}$ = Tensión nominal del generador FV.

3,6 FV	3,7 FV		4,4 FV	
Voltaje Nominal Módulo (V)	Módulos en serie		Voltaje Nominal Generador (V)	
38,5	X	2	=	77

- Vocdel generador FV:

$$Voc_{Generador} = Módulos_{serie} * Voc_{Módulo}$$

Donde:

– $Voc_{Generador}$ = Voltaje a circuito abierto del generador FV.

– $Voc_{Módulo}$ = Voltaje a circuito abierto de un módulo FV.

4,5 FV	3,7 FV		4,6 FV	
Voc Módulo (V)	Módulos en serie		Voc Generador (V)	
46,4	X	2	=	92,8

4.4. Regulador de carga.

- Corriente mínima regulador:

$$I_{\text{mínima regulador}} = 1.25 * I_{\text{SC generador}}$$

Donde:

– $I_{\text{mínima regulador}}$ = Intensidad mínima que debe soportar el regulador.

4,3 FV		4,7 FV	
Isc del generador (A)		Corriente mínima del Regulador (A)	
1,25	X	47,25	= 59,0625

- Reguladores en paralelo:

$$\text{Reguladores}_{\text{paralelo}} = \frac{I_{\text{mínima regulador}}}{I_{\text{N regulador}}} * \text{Bat}_{\text{paralelo}}$$

Donde:

– $I_{\text{N regulador}}$ = Intensidad nominal del regulador.

4,7 FV	4,8 FV	2,5 FV	4,9 FV
Corriente mínima del Regulador (A)	Corriente Nominal regulador (A)	Baterías en Paralelo	Reguladores en paralelo
59,0625	÷ 100	X 1	= 1

Importante: Se escoge un regulador de 100 A para garantizar que pueda suministrar 4800wh.

4.5. Inversor.

- Potencia nominal mínima inversor:

$$P_{\text{N mínima inversor}} = I_{\text{N regulador}} * V_{\text{SIST}} * \text{Regulador}_{\text{paralelo}} * F_{\text{Simult}}$$

Donde:

– $P_{\text{N mínima inversor}}$ = Potencia nominal mínima del inversor.

– F_{Simult} = Factor de simultaneidad del consumo.

4,8 FV	1,3 FV	4,9 FV	5,1 FV	5,2 FV
Corriente Nominal regulador (A)	Voltaje Nominal del Sistema (V)	Reguladores en paralelo	Factor de simultaneidad	Potencia N. Mínima Inversor
100	X 48	X 1	X 0,8	= 3840

4.6. Grafica Consumo-Generación.

A modo de comprobación de que este sistema es viable a continuación veremos el consumo mensual corregido estimado y la producción mensual corregida esperada:

- **Consumo mensual corregido estimado [kWh/mes]:**

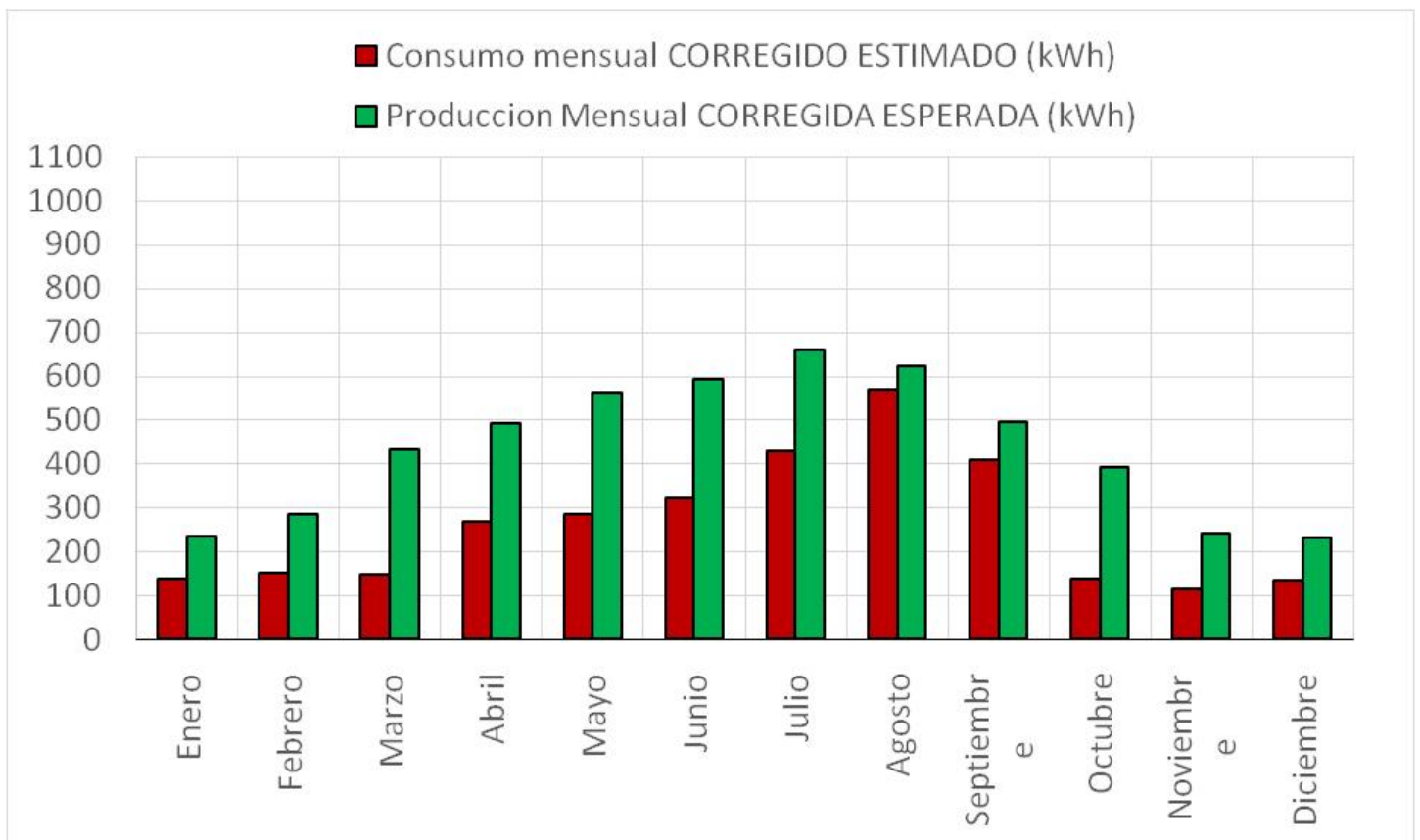
$$\text{Consumo mensual corregido} = \frac{\text{Consumo}_{AC} * \text{Dias}_{Mes}}{\eta_{conv} * \eta_{cable} * \eta_{bat} * 1000}$$

- **Producción mensual corregida esperada [kWh/mes]:**

$$\text{Producción mensual corregida} = \frac{\text{Dias}_{Mes} * PN_{Modulo} * Modulos_{Total} * HSP * \eta_{modulo}}{1000}$$

Consumo mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
138,1539	152,62714	148,0056	268,32442	286,30202	320,866743	428,81507	568,906707	409,6697213	136,833397	113,793433	133,772432

Produccion Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
234,3909	284,60295	431,2943	491,70375	561,816	593,9715	660,2715	621,25395	496,86495	391,51935	241,55385	233,05725



Como se ve, todos los meses tenemos una producción superior a nuestro consumo.

5. Dimensionado del sistema de generación Eólico (INDEPENDIENTE).

5.1. Obtención datos de viento.

Para obtener los datos de viento de la localidad de Haro hemos utilizado los datos de la página de meteorología del gobierno de la rioja.

De ella hemos sacado los datos de velocidad media de viento cada 15 minutos (en m/s) a 10 metros de altura para los años: 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

5.2. Aerogenerador bajo estudio.

Se ha considerado que el aerogenerador a estudiar debe tener una potencia nominal de entre 4 y 6 kw, por lo que hemos elegido un aerogenerador de la marca **Bornay de 6 kW** de potencia nominal de **48V**, con una grafica potencia-velocidad tal que así:



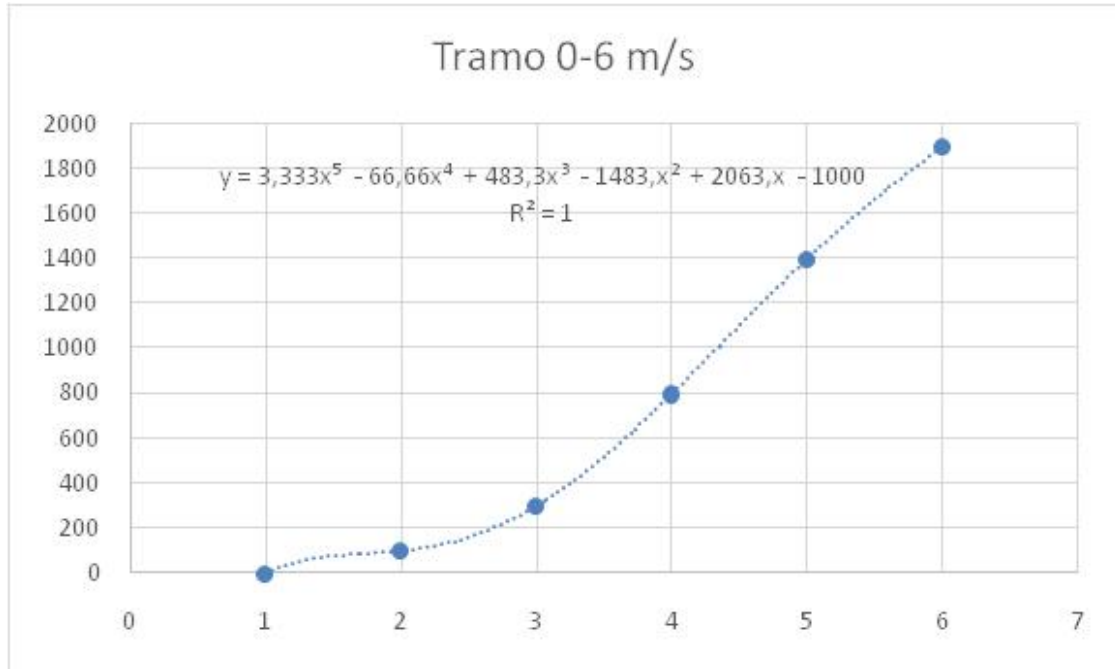
Para determinar la energía que produce en cada momento, debemos sacar la función de esta curva. Para ello cogemos los puntos más representativos:

v(m/s)	P(w)
1	0
2	100
3	300
4	800
5	1400
6	1900
7	2600
8	3300
9	4200
10	5000
11	5500
12	5900
13	6200
14	6400
15	6000
16	5600
17	5600

El siguiente paso, y con ayuda de Excel, es meter estos puntos en graficas de Excel para que nos dé una ecuación.

Es conveniente, y lo haremos así, hacerlo por pequeños tramos para que la ecuación sea lo más parecida a la curva inicial.

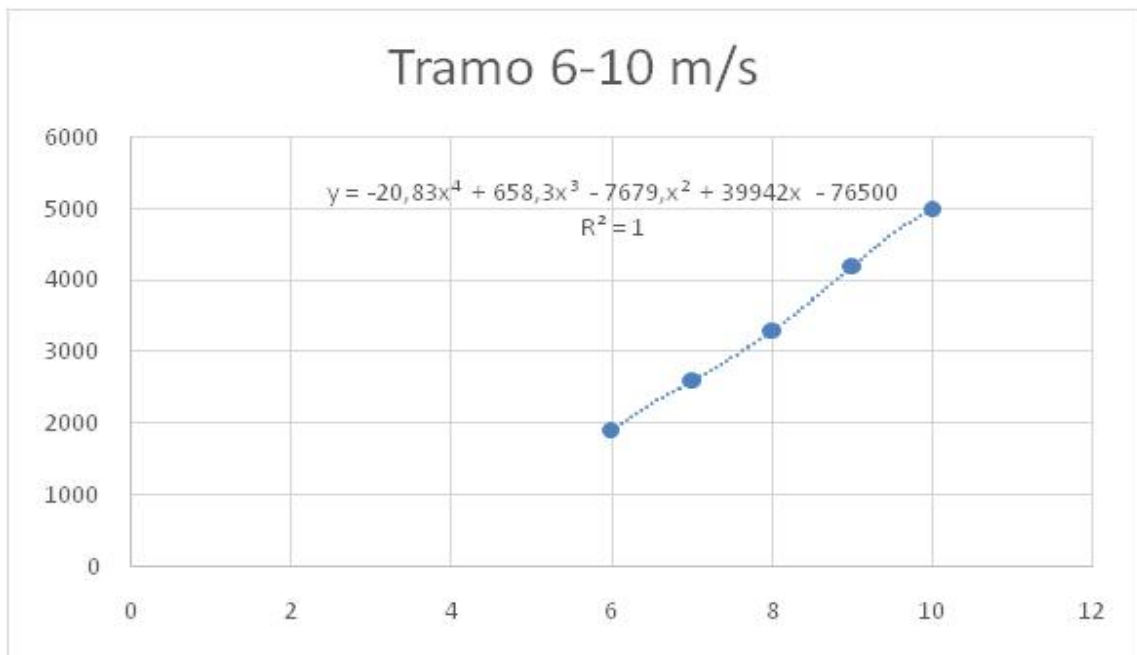
Tramo 0-6 m/s.



La ecuación para este tramo es:

$$P(x) = 3,333x^5 - 66,66x^4 + 483,3x^3 - 1483x^2 + 2063x - 1000$$

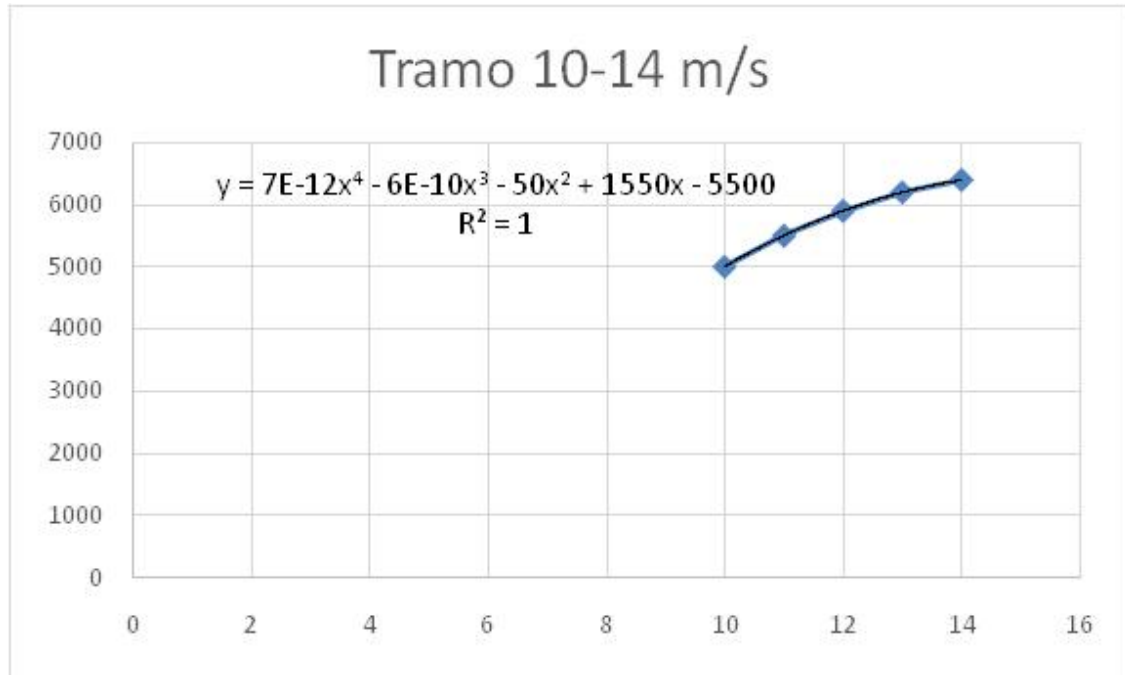
Tramo 6-10 m/s.



La ecuación para este tramo es:

$$P(x) = -20,83x^4 + 658,3x^3 - 7679x^2 + 39942x - 76500$$

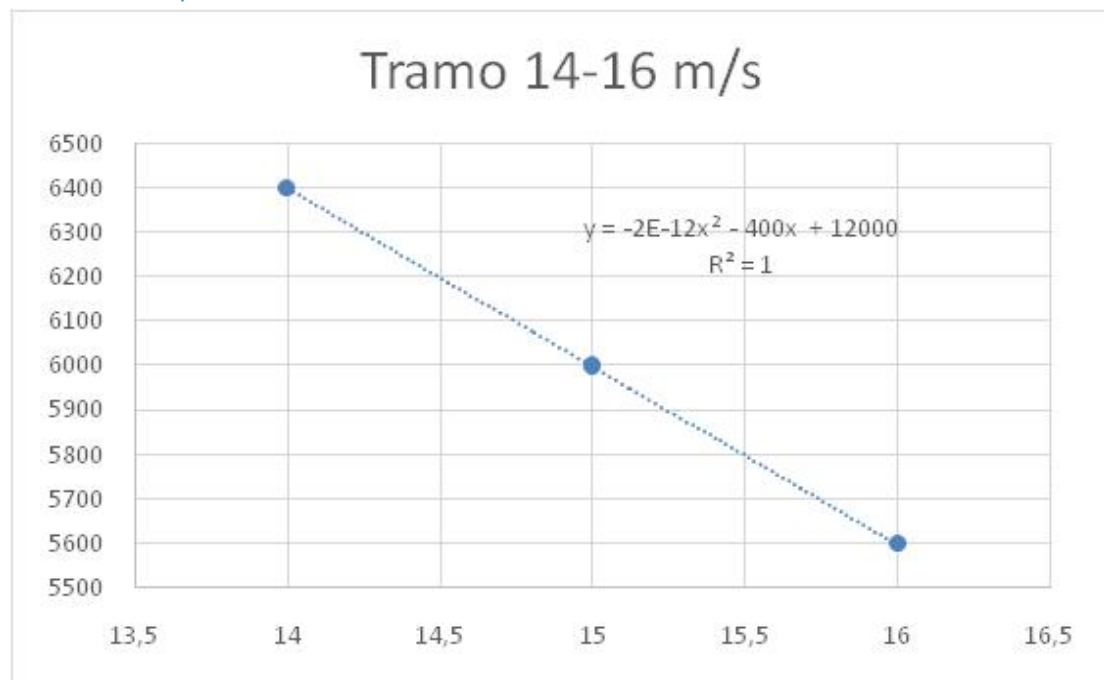
Tramo 10-14 m/s.



La ecuación para este tramo es:

$$P(x) = (7 * 10^{-12}) * x^4 - (6 * 10^{-10}) * x^3 - 50x^2 + 1550x - 5500$$

Tramo 14-16 m/s.



La ecuación para este tramo es:

$$P(x) = -(2 * 10^{-12}) * x^2 - 400x + 12000$$

5.3. Obtención de la energía producida

Conocidas las ecuaciones del aerogenerador hacemos una función de Excel para que escoja cual es la adecuada en cada momento:

$$SI(x > 1; SI(x > 6; SI(x > 10; SI(x > 14; SI(x > 16; 5600; -2 * 10^4 - 12 * x^2 - 400 * x + 12000); 7 * 10^4 - 12 * x^4 - 6 * 10^4 - 10 * x^3 - 50 * x^2 + 1550 * x - 5500); -20,83 * x^4 + 658,3 * x^3 - 7679 * x^2 + 39942 * x - 76500); 3,333 * x^5 - 66,66 * x^4 + 483,3 * x^3 - 1483 * x^2 + 2063 * x - 1000); 0) * 0,25$$

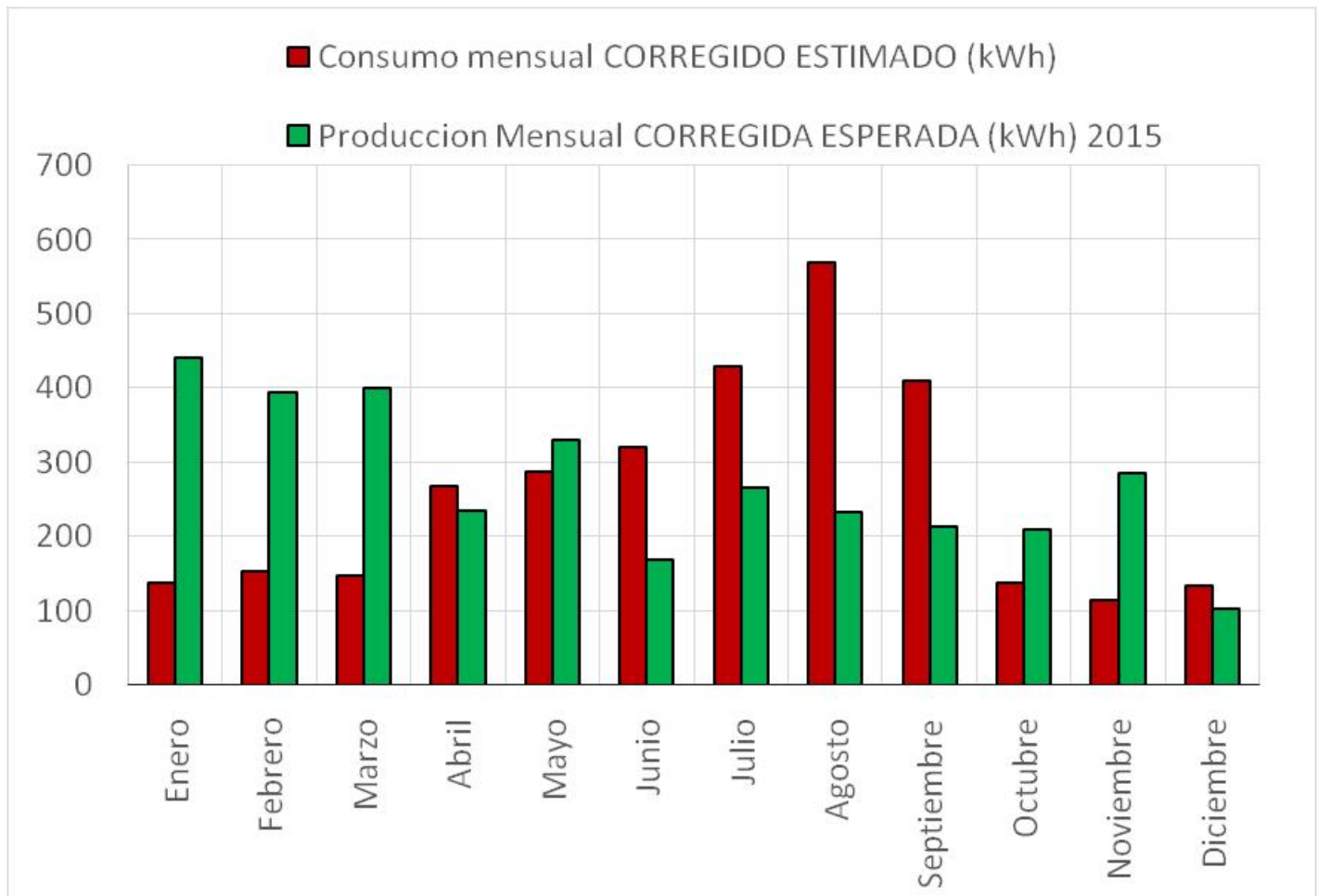
Donde “x” representa la velocidad en cada momento y se acaba multiplicando por 0.25 ya que sería la energía producida durante ese cuarto de hora concreto.

Con todo esto pasamos a calcular la energía producida en cada mes de cada año de los que tenemos datos.

5.3.1. 2015.

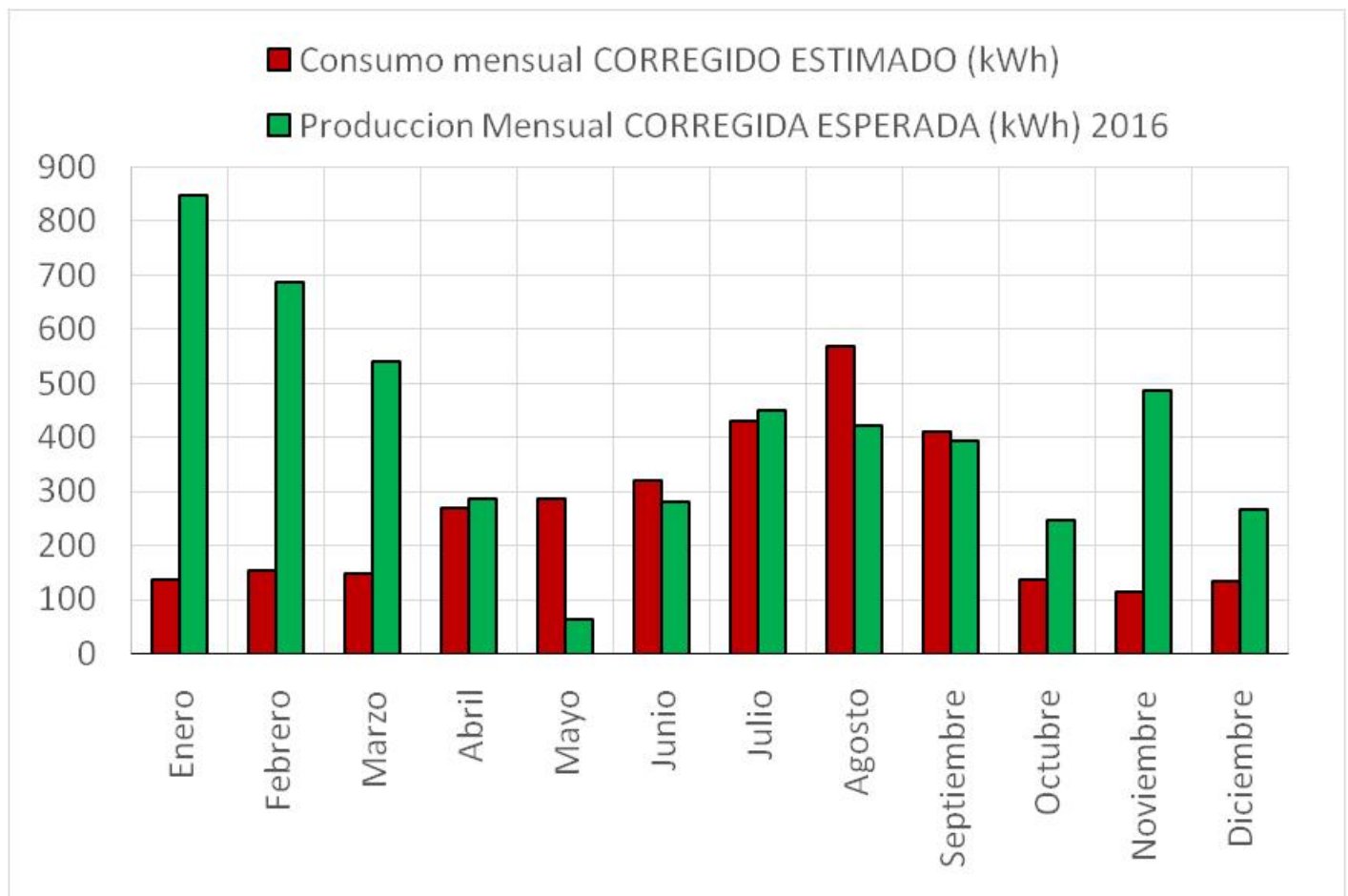
Consumo mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
138,154	152,627	148,006	268,324	286,302	320,867	428,815	568,907	409,67	136,833	113,793	133,772
Produccion Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh) 2015											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
441,906	394,894	400,422	234,93	330,396	167,646	264,99	232,825	213,525	208,852	286,186	102,557

Para este año y para todos, el consumo mensual corregido estimado es el calculado anteriormente, y es, obviamente, el mismo que en el caso de FV y el mismo para cada año. La producción es la suma de la energía en cada cuarto de hora y pasada a kWh.



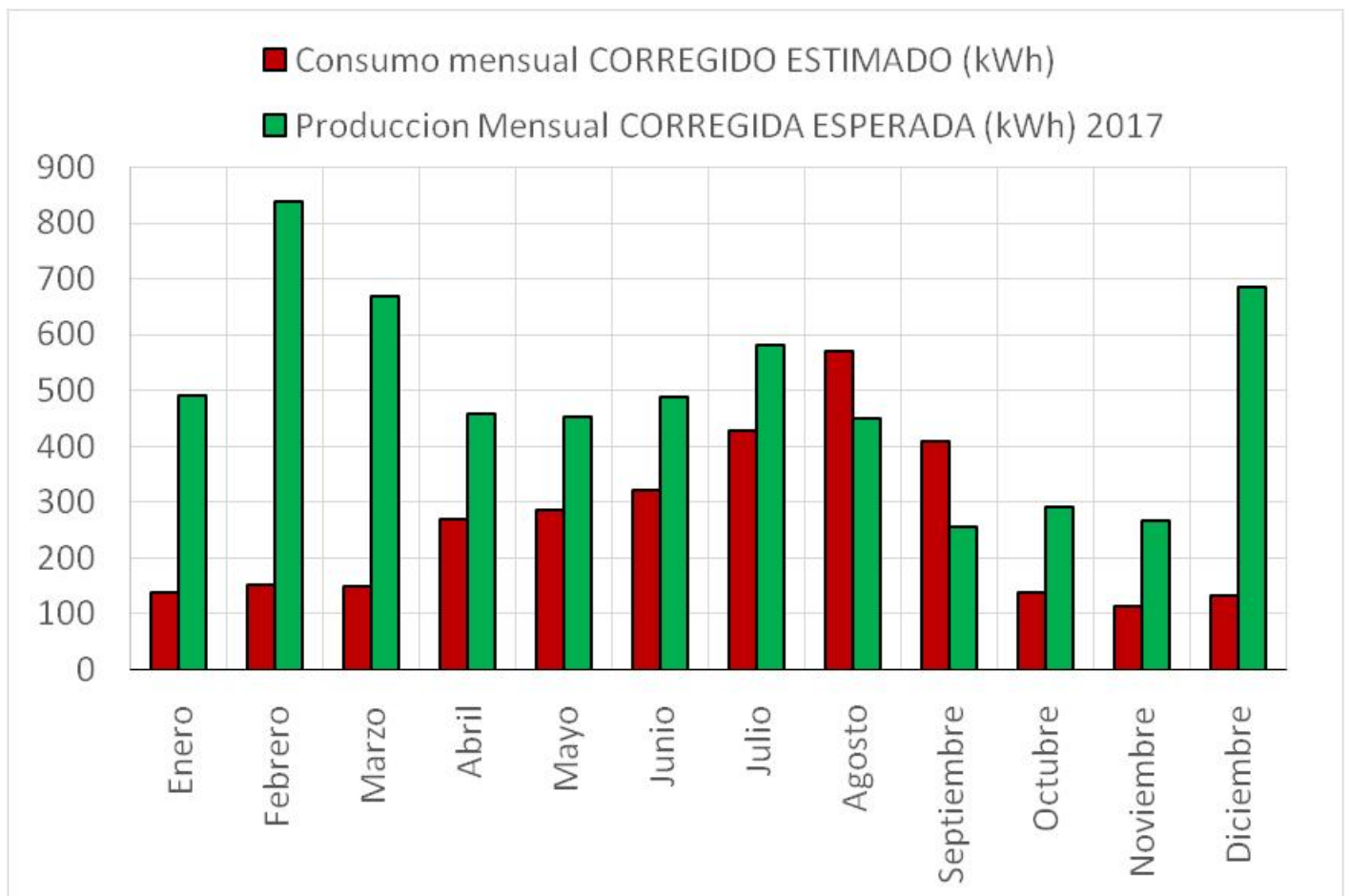
5.3.2. 2016.

Consumo mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
138,154	152,627	148,006	268,324	286,302	320,867	428,815	568,907	409,67	136,833	113,793	133,772
Produccion Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh) 2016											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
846,374	685,694	540,617	286,655	63,4171	279,876	449,112	420,396	392,648	245,564	486,417	265,499



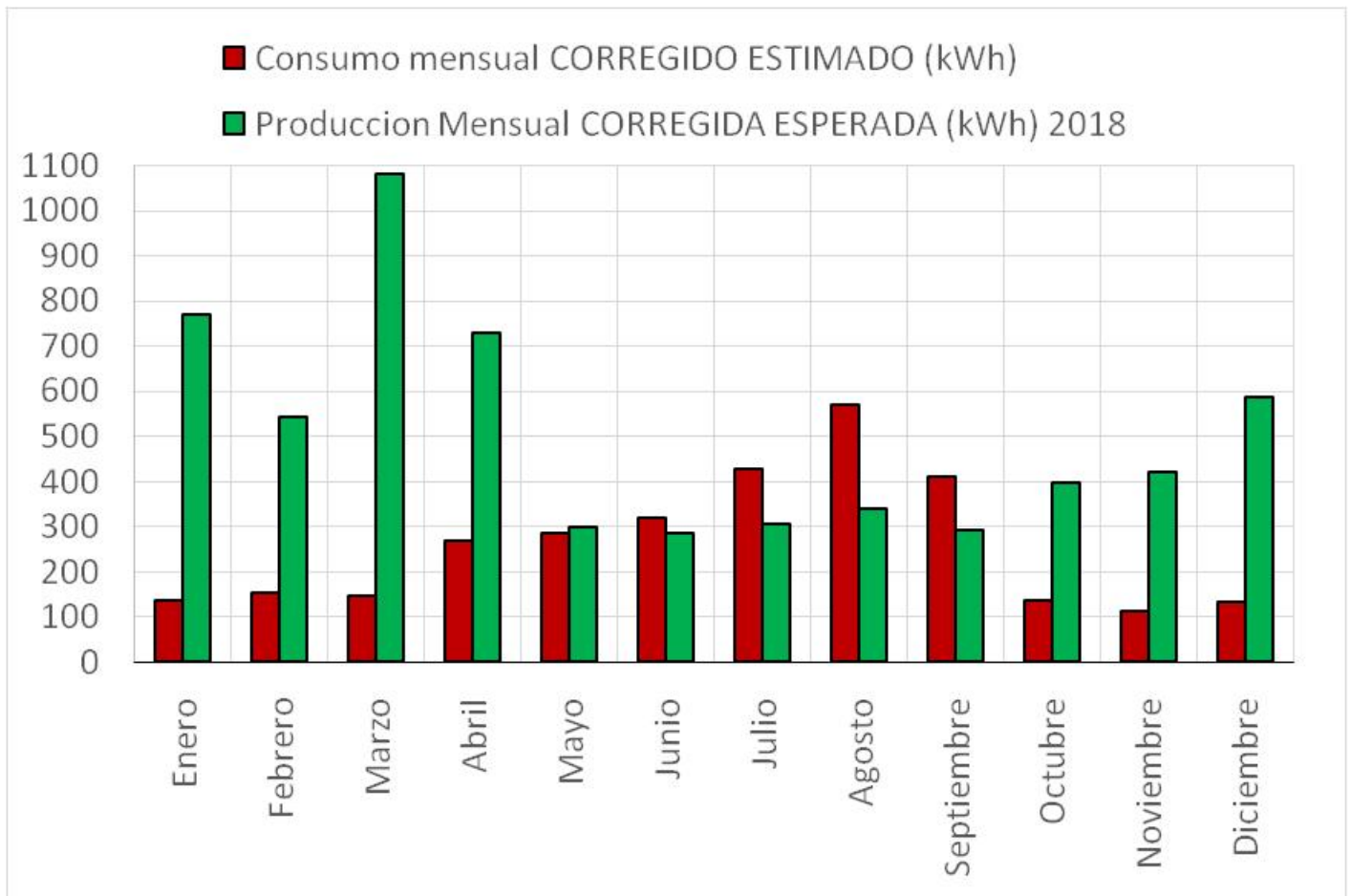
5.3.3. 2017.

Consumo mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
138,154	152,627	148,006	268,324	286,302	320,867	428,815	568,907	409,67	136,833	113,793	133,772
Produccion Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh) 2017											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
491,015	838,783	667,715	457,387	451,801	488,315	579,483	448,596	255,126	291,192	266,131	685,912



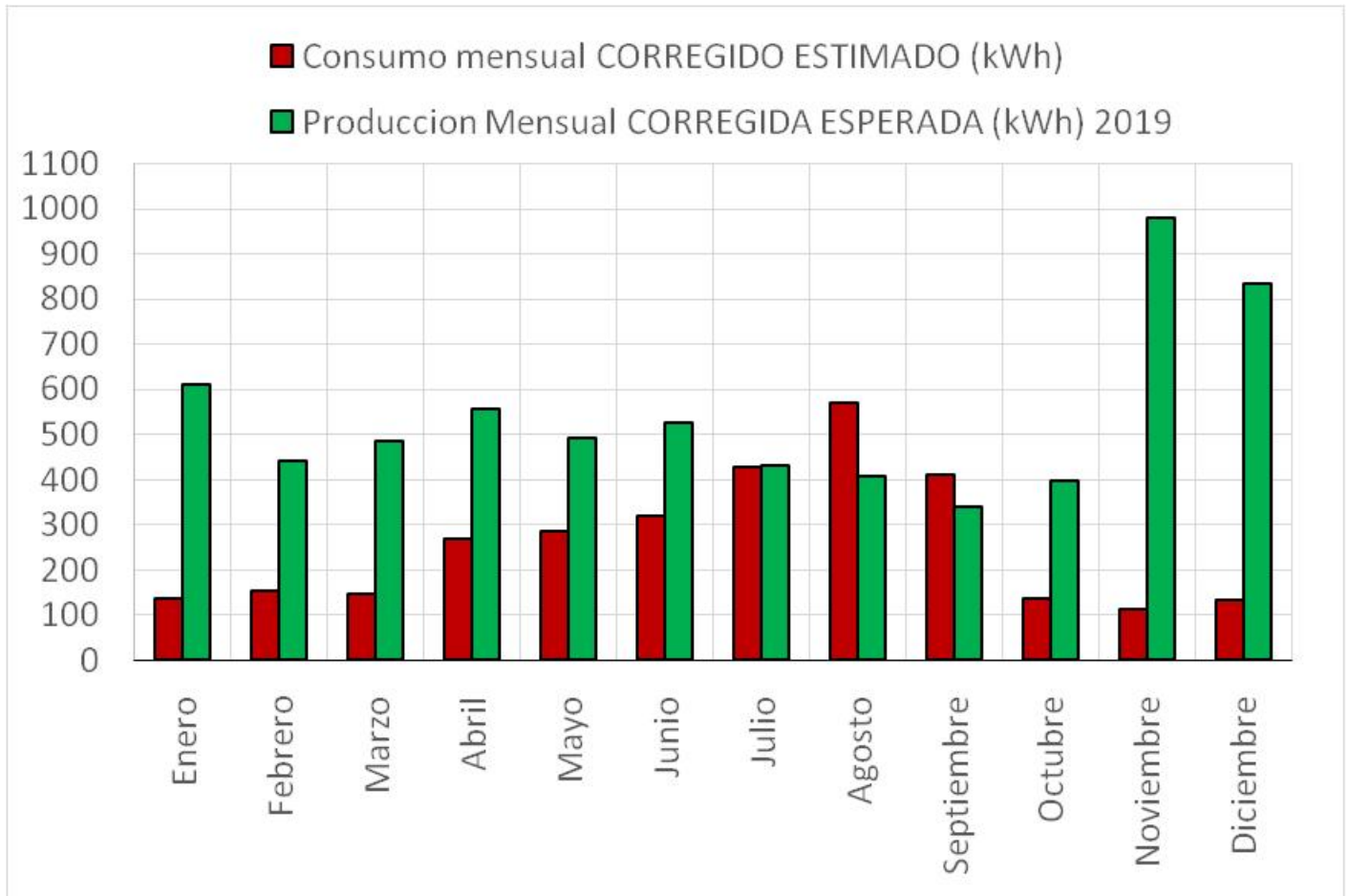
5.3.4. 2018.

Consumo mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
138,154	152,627	148,006	268,324	286,302	320,867	428,815	568,907	409,67	136,833	113,793	133,772
Produccion Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh) 2018											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
769,474	542,915	1080,46	727,785	298,15	285,643	307,106	341,1	292,022	398,525	420,521	588,113



5.3.5. 2019.

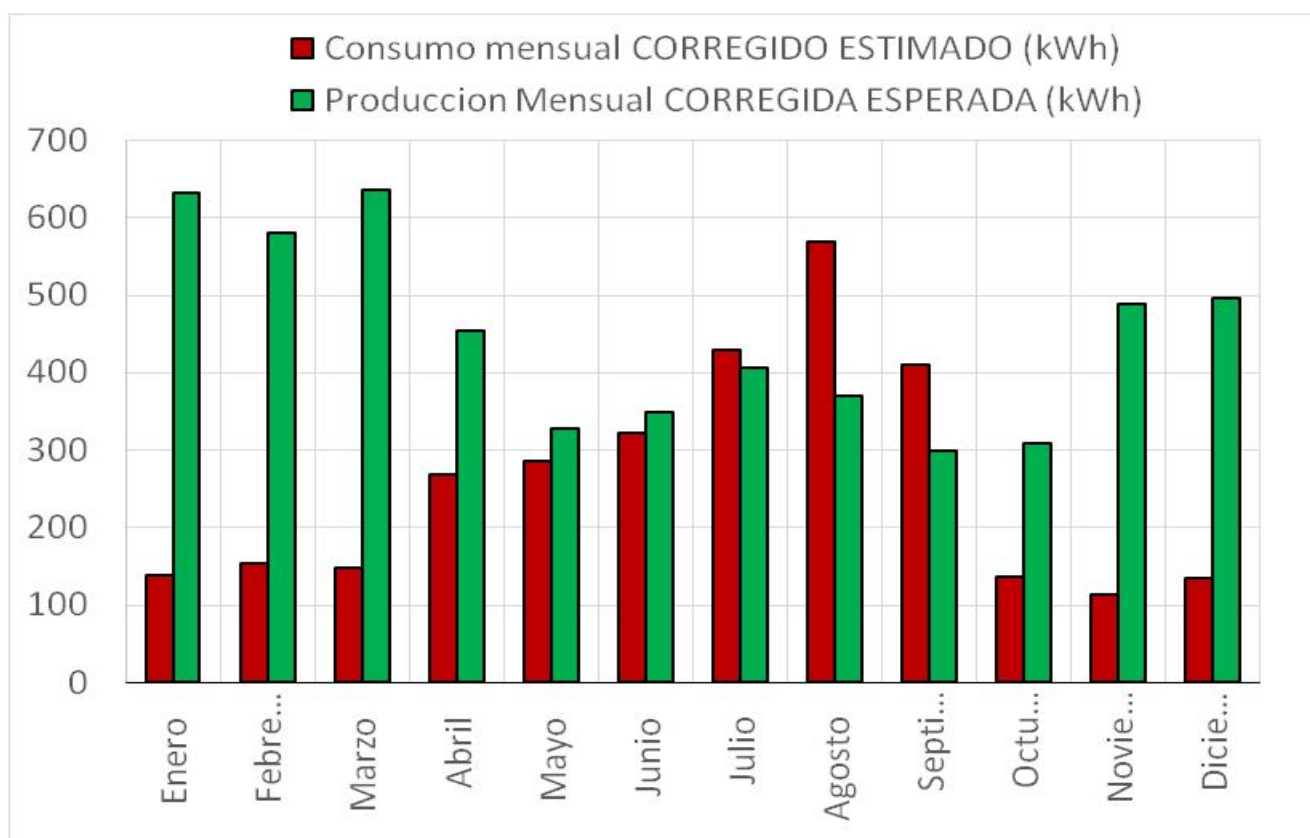
Consumo mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
138,154	152,627	148,006	268,324	286,302	320,867	428,815	568,907	409,67	136,833	113,793	133,772
Produccion Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh) 2019											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
609,238	440,969	485,779	557,146	491	525,757	429,368	406,451	341,122	396,908	978,93	833,485



5.3.6. Media total.

Con los 5 años de datos, hacemos la media para obtener un valor más realista de la producción mensual. De esta forma nos queda un grafico tal que así:

Consumo mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
138,154	152,627	148,006	268,324	286,302	320,867	428,815	568,907	409,67	136,833	113,793	133,772
Produccion Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
441,906	394,894	400,422	234,93	330,396	167,646	264,99	232,825	213,525	208,852	286,186	102,557
846,374	685,694	540,617	286,655	63,4171	279,876	449,112	420,396	392,648	245,564	486,417	265,499
491,015	838,783	667,715	457,387	451,801	488,315	579,483	448,596	255,126	291,192	266,131	685,912
769,474	542,915	1080,46	727,785	298,15	285,643	307,106	341,1	292,022	398,525	420,521	588,113
609,238	440,969	485,779	557,146	491	525,757	429,368	406,451	341,122	396,908	978,93	833,485
631,601	580,651	634,999	452,78	326,953	349,448	406,012	369,874	298,889	308,208	487,637	495,113



Como podemos apreciar, en los meses de julio, agosto y septiembre no cumplimos con la producción necesaria para contrarrestar el consumo que tenemos.

Esto es debido a que en estos meses la velocidad de viento es muy escasa, por lo que colocar un aerogenerador de mayor potencia seguiría siendo insuficiente además de inviable económicamente.

5.4. Conclusión.

Por consiguiente, realizar una instalación puramente eólica no es viable.

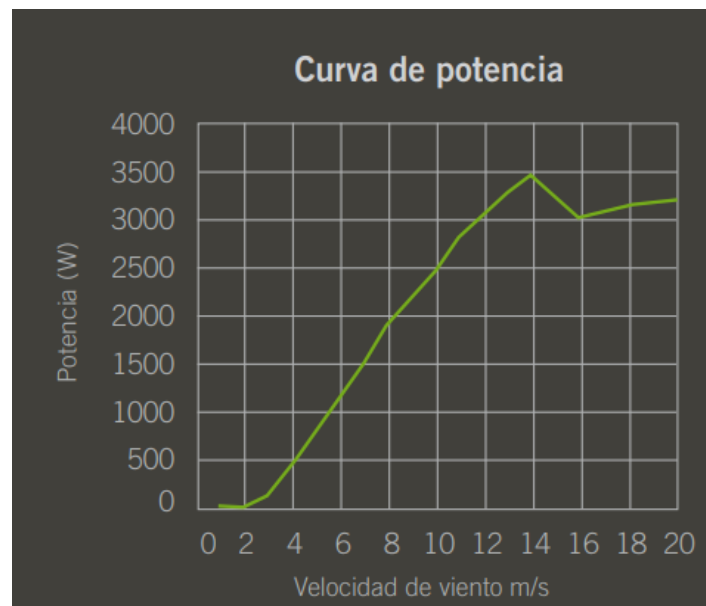
6. Dimensionado del sistema de generación FV + Eólico (MIXTO).

6.1. Recursos y demanda.

Tanto el recurso eólico como el solar, son los anteriormente reflejados obtenidos de la página de meteorología del gobierno de la rioja y del programa PV-GIS, respectivamente. En cuanto a la demanda energética es también la mencionada con anterioridad.

6.2. Aerogenerador bajo estudio.

Se ha considerado que el aerogenerador a estudiar debe tener una potencia nominal de 3 kw, por lo que hemos elegido un aerogenerador de la marca **Bornay de 3 kW** de potencia nominal de **48V**, con una grafica potencia-velocidad tal que así:



Para determinar la energía que produce en cada momento, debemos sacar la función de esta curva. Para ello cogemos los puntos más representativos, y con ayuda de Excel sacamos la función de esta curva.

Se recomienda, y nosotros lo haremos así, obtener una ecuación para cada tramo pequeño con el fin de que sea lo más parecido a la curva inicial. Exactamente igual que lo realizado en el apartado 5 de este mismo documento para el aerogenerador de 6kw.

En resumen, este aerogenerador tiene una ecuación para Excel tal que así para que escoja cual es la ecuación de cada tramo adecuada en cada momento:

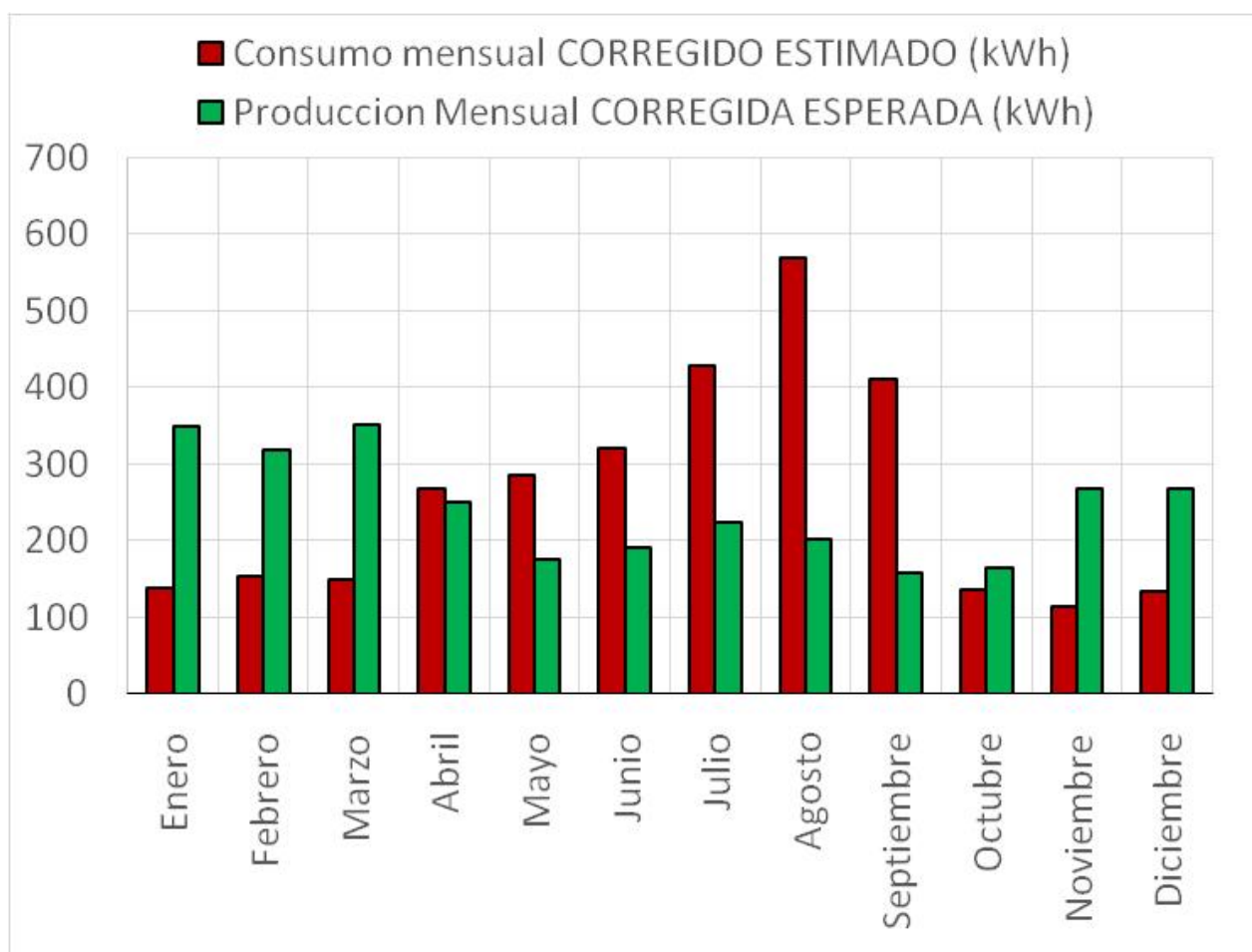
$$SI(E5 > 2; SI(E5 > 6; SI(E5 > 10; SI(E5 > 14; SI(E5 > 16; 3000; 30 * E5^2 - 1150 * E5 + 13720); -1,6667 * E5^4 + 87,5 * E5^3 - 1725,8 * E5^2 + 15360 * E5 - 49350); 9,2083 * E5^4 - 301,25 * E5^3 + 3635,3 * E5^2 - 18824 * E5 + 36380); 5,2917 * E5^4 - 93,417 * E5^3 + 620,21 * E5^2 - 1505,1 * E5 + 1192); 0) * 0,25$$

Donde "x" representa la velocidad en cada momento y se acaba multiplicando por 0.25 ya que sería la energía producida durante ese cuarto de hora concreto.

Con todo esto pasaríamos a calcular la energía producida en cada mes de cada año de los que tenemos datos.

La producción de cada año y la media total es la siguiente:

Consumo mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
	138,15	152,63	148,01	268,32	286,3	320,87	428,82	568,91	409,67	136,83	113,79	133,77
Produccion Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh)												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
2015	243,39	223,05	220,67	127,91	179,44	87,036	145,08	128,55	111,36	109,08	159,28	51,088
2016	462,63	378,43	300,83	154,57	31,754	156,3	248,28	230,77	211,79	126,86	267,22	134,45
2017	270	447,83	372,88	253,97	245	269,22	325,6	247,35	131,79	150,95	139,88	376,97
2018	429,86	301,46	598,69	405,21	156,95	149,87	162,2	182,56	152,9	218,25	227,83	324,54
2019	338,75	239,68	265,66	304,31	265,21	290,33	235,83	222,47	183,13	213,72	544,73	455,66
TOTAL	348,93	318,09	351,74	249,19	175,67	190,55	223,4	202,34	158,19	163,77	267,79	268,54



Aquí vemos la grafica de consumo-producción con este aerogenerador respecto al consumo total de la vivienda rural.

6.3. Calculo sistema fotovoltaico según producción del sistema aerogenerador.

(NOTA: Las casillas en **amarillo** representan: datos de partida, en **rojo**: factores escogidos, y en **verde**: datos de los elementos seleccionados.)

6.3.1. Consumo total corregido, HSP y corriente de diseño.

Como ya hemos dicho, el mes de diseño es agosto y la inclinación de 25°. Por tanto debemos sacar nuestros datos de partida de estas condiciones.

La irradiación media diaria para este mes y esta inclinación es de 6549.167wh/m2.

Por consiguiente:

- **HSP:**

$$HSP_{\text{Agosto}-25^\circ} = \frac{E_{\text{media diaria}}}{E_{\text{CEM}}}$$

Donde:

– $HSP_{\text{Agosto}-25^\circ}$ = es la radiación solar según el ángulo de inclinación.

– $E_{\text{media diaria}}$ = Irradianción media diaria, en $\frac{wh}{m^2 \cdot dia}$.

– E_{CEM} = Irradiancia en condiciones estandares de medida, en $\frac{w}{m^2}$.

$$HSP_{\text{Agosto}-25^\circ} = \frac{6549.167 \frac{wh}{m^2 \cdot dia}}{1000 \frac{w}{m^2}} = 6.5491 \frac{h}{dia}$$

- **Consumo medio diario a cubrir con fotovoltaica:**

Para poder calcular debidamente el sistema fotovoltaico en función del aerogenerador seleccionado, lo que haremos será restar la producción estimada debida a este aerogenerador a la demanda total de energía eléctrica, así sabremos qué parte le toca cubrir al sistema fotovoltaico. Así pues:

$$\text{Consumo a cubrir con FV} = \text{Consumo}_{AC} - \text{Prod}_{Eolica}$$

Donde:

– Consumo a cubrir con FV = Consumo medio diario a cubrir con FV, en $\frac{wh}{dia}$.

– Consumo_{AC} = Consumo medio diario en alterna de este mes, en $\frac{wh}{dia}$.

– Prod_{Eolica} = Producción estimada del sistema Eólico, en $\frac{wh}{dia}$.

Tanto el consumo como la producción eólica se han pasado a wh/día para realizar los cálculos.

	1,1 MIX		1,2 MIX		1,3 MIX
Mes	Consumo medio diario [Wh/día]		Produccion CORREGIDA ESPERADA AERO 3kw [Wh/día]		Consumo medio diario a cubrir con FV [wh/día]
Enero	3501,532258	-	11255,71341	=	0
Febrero	4135,142857	-	10968,61561	=	0
Marzo	3751,225806	-	11346,5789	=	0
Abril	7027,416667	-	8306,460749	=	0
Mayo	7256,370968	-	5666,814193	=	1589,556774
Junio	8403,5	-	6351,659913	=	2051,840087
Julio	10868,3871	-	7206,411822	=	3661,975275
Agosto	14419,03226	-	6527,153906	=	7891,878352
Septiem	10729,25	-	5273,097524	=	5456,152476
Octubre	3468,064516	-	5282,986051	=	0
Noviem	2980,25	-	8926,217187	=	0
Diciem	3390,483871	-	8662,697708	=	0

Como podemos ver, en algunos meses no tendremos que cubrir nada de demanda ya que el sistema eólico es capaz de cubrirlo él solo, así la energía que nos sobrase de la producción eólica como la que generemos con el campo solar que obtengamos podríamos utilizarla para calentar agua.

- Consumo FV Ah corregido:

$$\text{Consumo FV corregido} = \frac{\text{Consumo a cubrir con FV}}{\eta_{\text{conv}} * \eta_{\text{cable}} * \eta_{\text{bat}} * V_{\text{SIST}}}$$

Donde:

–Consumo FV corregido = Consumo FV medio diario aplicado factores, en $\frac{\text{Ah}}{\text{día}}$.

– η_{conv} = Rendimiento de conversión.

– η_{cable} = Rendimiento del cableado.

– η_{bat} = Rendimiento de la batería.

– V_{SIST} = Tensión nominal del sistema.

	1,3 MIX		1,4 MIX		1,5 MIX		1,6 MIX		1,7 MIX		1,8 MIX
Mes	Consumo medio diario a cubrir con FV [wh/día]		Rendimiento de conversión		Factor de rendimiento de cableado		Factor de rendimiento de batería		Voltaje Nominal del sistema [V]		Consumo FV Ah corregido [Ah/Día]
Enero	0	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	0
Febrero	0	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	0
Marzo	0	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	0
Abril	0	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	0
Mayo	1589,556774	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	42,148105
Junio	2051,840087	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	54,40584
Julio	3661,975275	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	97,0995947
Agosto	7891,878352	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	209,258155
Septiem	5456,152476	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	144,67334
Octubre	0	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	0
Noviem	0	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	0
Diciem	0	÷	0,9	÷	0,97	÷	0,9	÷	48	=	0

- **Corriente de diseño:**

El mes con mayor demanda es agosto así que utilizaremos esa demanda para determinar la corriente de diseño:

$$\text{Corriente de diseño} = \frac{\text{Consumo FV corregido}}{HSP_{\text{Agosto}-25^{\circ}}}$$

Donde:

–Corriente de diseño = La corriente que debe suministrar el campo FV, en A.

1,8 MIX	1,9 MIX		2,1 MIX	
Consumo Corregido (Ah/Día)	Horas sol pico (Hrs/Día)		Corriente diseño (A)	
209,2581549	÷	6,54917	=	31,952

6.3.2. Baterías.

6.3.2.1. Cálculo inicial.

- **Capacidad necesaria de baterías:**

$$\text{Capacidad necesaria} = \frac{\text{Consumo FV corregido} * DA}{PD * \eta_{temp}}$$

Donde:

–Capacidad necesaria = La capacidad mínima que debe tener nuestro sistema de baterías para garantizar los días de autonomía, en Ah.

–DA = Son los días consecutivos que el sistema de baterías debe de ser capaz de suministrar energía si no tuviesemos aporte energético solar, en días.

–PD = Profundidad de descarga de la batería.

– η_{temp} = Rendimiento de la batería por temperatura.

1,8 MIX	2,2 MIX		2,3 MIX		2,4 MIX		2,5 MIX	
Consumo FV A-h corregido (Ah/Día)	Días de autonomía (Días)		Máxima profundidad de descarga		Corrección por temperatura		Capacidad necesaria de batería (Ah)	
209,2581549	X	1	÷	0,75	÷	0,85	=	328,2480862

Importante: Se ha considerado 1 día de autonomía ya que el mes de diseño es agosto y se entiende que para este mes no habrá más de 1 día sin irradiación solar. Se estudiará también más adelante si con el resultado final de la batería resultante se garantizan los días de autonomía considerados para cada mes del año.

- Baterías en paralelo:**

$$Bat_{paralelo} = \frac{Capacidad\ necesaria}{C_{Bat.Selec}}$$

Donde:

– $Bat_{paralelo}$ = Baterías en paralelo.

– $C_{Bat.Selec}$ = Capacidad de la batería seleccionada, en Ah.

2,5 MIX		2,6 MIX		2,7 MIX	
Capacidad necesaria de batería (Ah)		Capacidad de la batería seleccionada (Ah)		Baterías En Paralelo	
328,2480862	÷	330	=	1	

Importante: El número de baterías se redondea hacia arriba ya que es un diseño crítico del sistema.

- Baterías en serie:**

$$Bat_{serie} = \frac{V_{SIST}}{V_{Bat}}$$

Donde:

– Bat_{serie} = Baterías en serie.

– V_{Bat} = Tension nominal de la batería seleccionada.

1,7 MIX		2,8 MIX		2,9 MIX	
Voltaje Nominal del sistema (V)		Voltaje Nominal de la batería (V)		Baterías en Serie	
48	÷	48	=	1	

- Total Baterías:**

$$Total\ Baterías = Bat_{serie} * Bat_{paralelo}$$

2,9 MIX		2,7 MIX		3,1 MIX	
Baterías en Serie		Baterías en Paralelo		Nº Total Baterías	
1	X	1	=	1	

- **Capacidad del sistema de Baterías:**

$$C_{SIST} = Bat_{paralelo} * C_{Bat.Selec}$$

Donde:

– C_{SIST} = Capacidad del sistema de baterías.

2,7 MIX		2,6 MIX		3,2 MIX	
Baterías En Paralelo		Capacidad de la batería seleccionada (Ah)		Capacidad del sistema de Baterías (Ah)	
1		X	330	=	330

6.3.2.2. Comprobación cumplimiento días de autonomía.

Para cada mes del año se han considerado, teniendo en cuenta la irradiación y el consumo de cada uno de ellos, unos días de autonomía que se mostrarán más adelante.

Se pretende comprobar si con la batería seleccionada anteriormente con las condiciones de agosto cumpliríamos con los días de autonomía del resto de meses.

Par ello, con la demanda a cubrir con FV en alterna representado también más adelante, calcularíamos el consumo corregido en Ah/día para cada mes con la siguiente formula:

$$\text{Consumo FV total corregido} = \frac{\text{Consumo a cubrir con FV}}{\eta_{conv} * \eta_{cable} * \eta_{bat} * V_{SIST}}$$

Y con ayuda de éste calcularíamos los días de autonomía de cada mes en función de la capacidad de la batería seleccionada con esta fórmula:

$$\text{Días autonomía} = \frac{C_{bat.Select} * \eta_{temp} * PD}{\text{Consumo FV total corregido}}$$

Nos quedaría algo tal que así:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
Días autonomía mínimo	4	4	3	3	2	1	1	1	2	3	4	4
Consumo a cubrir con FV (wh/día)	0	0	0	0	1589,56	2051,84	3661,98	7891,88	5456,15	0	0	0
Consumo corregido (Ah/día)	0	0	0	0	42,1481	54,4058	97,0996	209,258	144,673	0	0	0
Días autonomía con este sistema	inf	inf	inf	inf	4,99133	3,86677	2,16659	1,00534	1,45414	inf	inf	inf
¿Cumplimiento?	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	NO Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Como se ve, en septiembre no cumpliríamos con los días de autonomía mínimos fijados.

6.3.2.3. Solución del problema.

Para solucionar esto necesitamos una batería con una capacidad mayor a la actual. Para ello usaremos la misma fórmula anterior de donde despejaremos este valor para el mes crítico:

$$\text{Capacidad necesaria} = \frac{\text{Consumo FV total corregido} * DA}{PD * \eta_{temp}}$$

1,8 MIX	2,2 MIX	2,3 MIX	2,4 MIX	2,5 MIX
Consumo FV A-h corregido (Ah/Día)	Días de autonomía (Días)	Máxima profundidad de descarga	Corrección por temperatura	Capacidad necesaria de batería (Ah)
144,67334	X 2	÷ 0,75	÷ 0,85	= 453,8771451

Visto esto, se colocará una batería de 460 Ah.

Para esta nueva batería recalculamos los días de autonomía que nos aportará para cada mes:

$$\text{Días autonomía} = \frac{C_{bat.Select} * \eta_{temp} * PD}{\text{Consumo FV total corregido}}$$

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
Días autonomía mínimo	4	4	3	3	2	1	1	1	2	3	4	4
Consumo a cubrir con FV (wh/día)	0	0	0	0	1589,56	2051,84	3661,98	7891,88	5456,15	0	0	0
Consumo corregido (Ah/día)	0	0	0	0	42,1481	54,4058	97,0996	209,258	144,673	0	0	0
Días autonomía con este sistema	inf	inf	inf	inf	6,95761	5,39005	3,02009	1,40138	2,02698	inf	inf	inf
¿Cumplimiento?	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Como vemos, todos los meses cumplen con los días de autonomía prefijados para cada uno si colocamos una batería de 460 Ah.

6.3.3. Paneles Fotovoltaicos.

- Corriente de diseño corregida:

$$\text{Corriente diseño corregida} = \frac{\text{Corriente Diseño}}{\eta_{modulo}}$$

Donde:

– Corriente de diseño corregida = Corriente de diseño aplicado factores.

– η_{modulo} = Rendimiento del módulo.

2,1 mix	3,4 mix	3,5 mix
Corriente de diseño (A)	Factor de corrección del módulo	Corriente Diseño corregida (A)
31,95187504	÷ 0,9	= 35,50208337

- **Potencia mínima campo fotovoltaico:**

$$Potencia\ minima\ campo\ FV = Corriente\ diseño\ corregida * V_{SIST}$$

Donde:

–Potencia mínima campo FV = Potencia instalada mínima de placas FV.

3,5 mix	1,7 mix		3,6 mix	
Corriente Diseño corregida (A)	Tensión nominal sistema (V)		Potencia mínima campo fotovoltaico (W)	
35,50208337	X	48	=	1704,100002

- **Total módulos FV:**

$$Total\ módulos = \frac{Potencia\ minima\ campo\ FV}{PN_{Modulo}}$$

Donde:

–Total módulos = Número de paneles FV.

– PN_{Modulo} = Potencia nominal del módulo FV.

3,6 mix	3,7 mix		3,8 mix	
Potencia mínima campo fotovoltaico (W)	Potencia nominal modulo fotovoltaico (W)		Total Módulos	
1704,100002	÷	340	=	6

Importante: El número de módulos se redondea hacia arriba ya que es un diseño crítico del sistema.

- **Módulos FV en serie:**

$$Módulos_{serie} = \frac{V_{SIST}}{VN_{modulo}}$$

Donde:

– $Módulos_{serie}$ = Número de paneles FV en serie.

– VN_{modulo} = Tensión nominal del módulo FV.

1,7 mix	3,9 mix		4,1 mix	
Tensión nominal sistema (V)	Tensión nominal del módulo (V)		Módulos en serie	
48	÷	38,5	=	2

- **Módulos FV en paralelo:**

$$Módulos_{paralelo} = \frac{Total\ módulos}{Módulos_{serie}}$$

Donde:

– $Módulos_{paralelo}$ = Número de paneles FV en paralelo.

3,8 mix	4,1 mix		4,2 mix	
Total Módulos	Módulos en serie		Módulos en paralelo	
6	÷	2	=	3

- **Corriente nominal generador FV:**

$$IN_{Generador} = Módulos_{paralelo} * IN_{Módulo}$$

Donde:

– $IN_{Generador}$ = Intensidad nominal generador FV.

– $IN_{Módulo}$ = Intensidad nominal de un módulo FV.

4,3 MIX	4,2 MIX		4,4 MIX	
Corriente Nominal Módulo (A)	Módulos en paralelo		Corriente Nominal Generador (A)	
8,84	X	3	=	26,52

- **ISC del generador FV:**

$$ISC_{Generador} = Módulos_{paralelo} * ISC_{Módulo}$$

Donde:

– $ISC_{Generador}$ = Corriente de cortocircuito generador FV.

– $ISC_{Módulo}$ = Corriente de cortocircuito de un módulo FV.

4,5 MIX	4,2 MIX		4,6 MIX	
Isc Módulo (A)	Módulos en paralelo		Isc del Generador (A)	
9,45	X	3	=	28,35

- **Tensión del generador FV:**

$$VN_{Generador} = Módulos_{serie} * VN_{Módulo}$$

Donde:

– $VN_{Generador}$ = Tensión nominal del generador FV.

3,9 MIX	4,1 MIX		4,7 MIX
Voltaje Nominal Módulo (V)	Módulos en serie		Voltaje Nominal Generador (V)
38,5	X	2	= 77

- **Voc del generador FV:**

$$Voc_{Generador} = Módulos_{serie} * Voc_{Módulo}$$

Donde:

– $Voc_{Generador}$ = Voltaje a circuito abierto del generador FV.

– $Voc_{Módulo}$ = Voltaje a circuito abierto de un módulo FV.

4,8 MIX	4,1 MIX		4,9 MIX
Voc Módulo (V)	Módulos en serie		Voc Generador (V)
46,4	X	2	= 92,8

6.3.4. Regulador de carga.

- **Corriente mínima regulador:**

$$I_{minima_{regulador}} = 1.25 * ISC_{generador}$$

Donde:

– $I_{minima_{regulador}}$ = Intensidad mínima que debe soportar el regulador.

4,6 MIX	5,1 MIX	
Isc del generador (A)	Corriente mínima del Regulador (A)	
1,25	X	28,35 = 35,4375

- Reguladores en paralelo:

$$Reguladores_{paralelo} = \frac{I_{minima_{regulador}}}{IN_{regulador}} * Bat_{paralelo}$$

Donde:

– $IN_{regulador}$ = Intensidad nominal del regulador.

5,1 MIX		5,2 MIX		2,7 MIX		5,3 MIX	
Corriente mínima del Regulador (A)		Corriente Nominal regulador (A)		Baterías en Paralelo		Reguladores en paralelo	
=	35,4375	÷	100	X	1	=	1

Importante: Se escoge un regulador de 100 A para garantizar que pueda suministrar 4800wh.

6.3.5. Inversor.

- Potencia nominal mínima inversor:

$$PN_{minima_{inversor}} = IN_{regulador} * V_{SIST} * Regulador_{paralelo} * F_{Simult}$$

Donde:

– $PN_{minima_{inversor}}$ = Potencia nominal mínima del inversor.

– F_{Simult} = Factor de simultaneidad del consumo.

5,2 MIX		1,7 MIX		5,3 MIX		5,4 MIX		5,5 MIX	
Corriente Nominal regulador (A)		Voltaje Nominal del Sistema (V)		Reguladores en paralelo		Factor de simultaneidad		Potencia N. Mínima Inversor	
100		X	48	X	1	X	0,8	=	3840

6.4. Grafica Consumo-Generación.

6.4.1. Grafica Consumo-Generación (solo FV).

A modo de comprobación de que este sistema FV es viable a continuación veremos el consumo mensual corregido estimado y la producción mensual corregida esperada:

- Consumo mensual corregido estimado [kWh/mes]:

$$Consumo_{FV} \text{ corregido} = \frac{Consumo \text{ a cubrir con FV} * Dias_{Mes}}{\eta_{conv} * \eta_{cable} * \eta_{bat} * 1000}$$

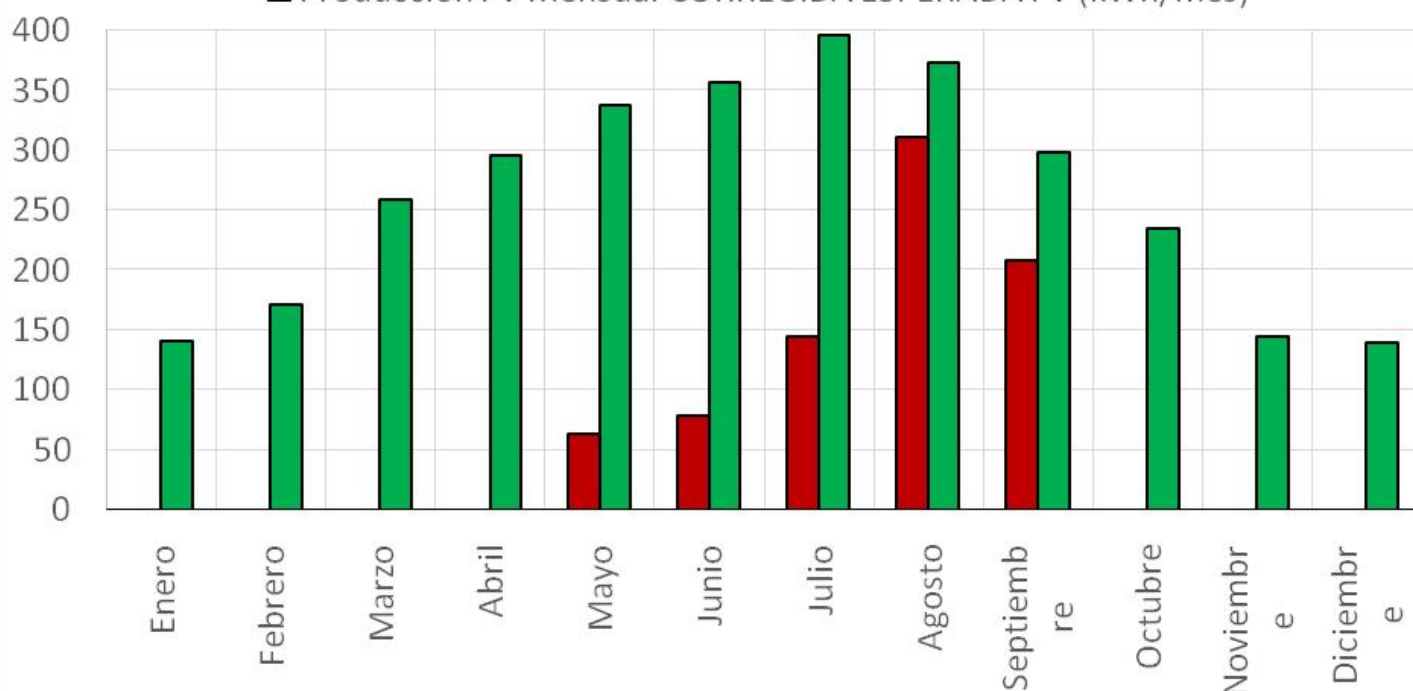
- Producción mensual corregida esperada [kWh/mes]:

$$Producción_{FV} \text{ corregida} = \frac{Dias_{Mes} * PN_{Modulo} * Modulos_{Total} * HSP * \eta_{modulo}}{1000}$$

Consumo FV mensual CORREGIDO ESTIMADO para FV (kWh/mes)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
0	0	0	0	62,716	78,344	144,48	311,38	208,33	0	0	0

Produccion FV Mensual CORREGIDA ESPERADA FV (kWh/mes)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
140,63	170,76	258,78	295,02	337,09	356,38	396,16	372,75	298,12	234,91	144,93	139,83

■ Consumo FV mensual CORREGIDO ESTIMADO para FV (kWh/mes)
■ Produccion FV Mensual CORREGIDA ESPERADA FV (kWh/mes)

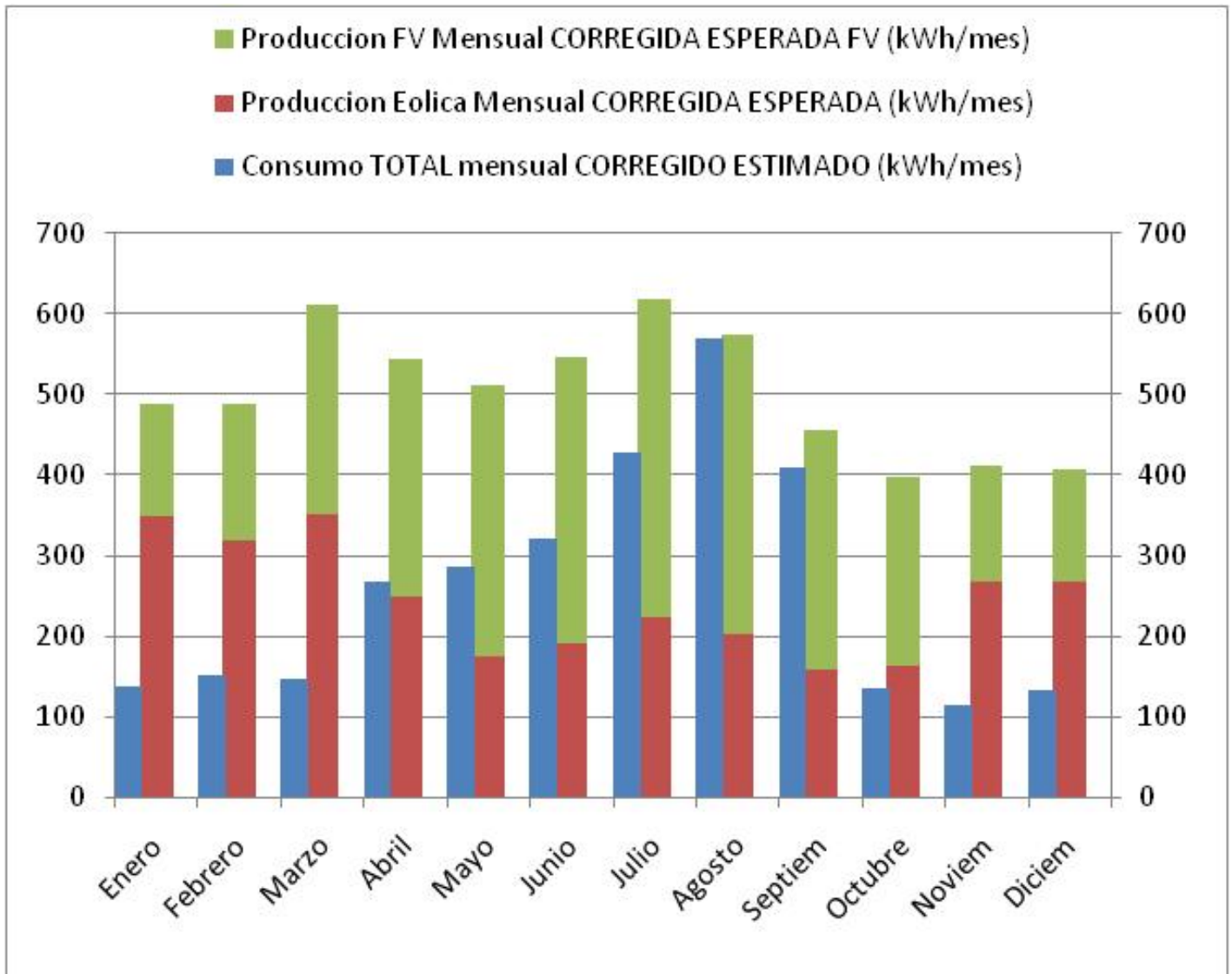


Como se ve, todos los meses tenemos una producción superior a nuestro consumo.

6.4.2. Grafica Consumo-Generación (Mixto).

A modo de comprobación de que este sistema mixto es viable a continuación veremos el consumo mensual corregido estimado total y la producción mensual corregida esperada total:

Consumo TOTAL mensual CORREGIDO ESTIMADO (kWh/mes)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
138,15	152,63	148,01	268,32	286,3	320,87	428,82	568,91	409,67	136,83	113,79	133,77
Produccion Eolica Mensual CORREGIDA ESPERADA (kWh/mes)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Octubre	Nov	Dic
348,93	318,09	351,74	249,19	175,67	190,55	223,4	202,34	158,19	163,77	267,79	268,54
Produccion FV Mensual CORREGIDA ESPERADA FV (kWh/mes)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
140,63	170,76	258,78	295,02	337,09	356,38	396,16	372,75	298,12	234,91	144,93	139,83



Como se ve, todos los meses tenemos una producción mixta superior a nuestro consumo total. Por lo que este sistema es viable.

Ahora procederemos a ver cuál de los dos sistemas (FV independiente o Mixto) es el más económico.

6.5. Comparación precios.

Visto que tanto el sistema solar FV puro como el sistema Mixto son viables técnica y económicamente, vamos a ver cuál es el que más nos interesa realizando una pequeña comparación del coste de los elementos más importantes de ambas instalaciones y así elegir la más barata:

6.5.1. Sistema fotovoltaico puro.

Material	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio (€)	Porcentaje del coste total (%)
Panel 24V 340w	10	152,33	1523,3	14,92
Bateria 48V 895Ah	1	6081,92	6081,92	59,59
Regulador 150V 100A	1	822,8	822,8	8,06
Inversor 48V 5kw	1	1778,7	1778,7	17,43
COSTE TOTAL			10206,72	

Con los elementos escogidos, con los precios de catálogos de la página “Autosolar” esta instalación (sin contar protecciones, cableado, y pequeño material) nos supondría un coste de unos 10200€.

6.5.2. Sistema Mixto.

Material	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio (€)	Porcentaje del coste total (%)
Panel 24V 340w	6	152,33	913,98	6,79
Bateria 48V 480Ah	1	3176,25	3176,25	23,58
Regulador 150V	1	822,8	822,8	6,11
Inversor 48V 5kw	1	1778,7	1778,7	13,21
Aerogenerador 3W + mastil 10m	1	6777,45	6777,45	50,32
COSTE TOTAL			13469,18	

Con los elementos escogidos, con los precios de catálogos de la página “Autosolar” y la página “Bornay” esta instalación (sin contar protecciones, cableado, pequeño material, y regulador de aérea) nos supondría un coste de unos 13500€.

6.5.3. Conclusión.

Como vemos, la mejor alternativa técnica y económicamente es la Fotovoltaica pura.

7. Dimensionado del sistema de generación FV como solución final.


Visto lo visto, la mejor opción y nuestra solución final será la de implementar un sistema de generación puramente fotovoltaico.

7.1. Paneles, batería, regulador e Inversor.

Serán los calculados en el apartado “Dimensionado del sistema FV”.

7.2. Cableado.

En primer lugar, distribuiremos el cableado como indica el REBT en la ITC-BT-19 de la forma B1:

	<p>Conductores aislados en un conducto sobre una pared o empotrados en obra incluyendo canaletas</p>	<p>B1</p>
--	--	------------------

Además, según el REBT para instalaciones generadoras autónomas, la máxima caída de tensión admisible por tramo es la siguiente:

Instalación autónoma	
Circuito	Caída de Tensión
Panel-regulador	1,5%
Regulador-batería	0,5%
Batería-inversor	1%
Circuito continua	1,5%
Circuito alterna	1,5%

Los cables serán de cobre y es preciso conocer su conductividad. Como no se sabe a ciencia cierta a la temperatura que trabajarán, se selecciona la conductividad en el peor caso que es a 70°C:

Datos para la conductividad

Material	γ_{20°	γ_{70°	γ_{90°
Cobre	56	47,6	44
Temperatura	20 °C	70 °C	90 °C

Hay que destacar que para la máxima intensidad de paso por cada tramo se ha aplicado un factor de x1.25 como indica el REBT en la ITC-BT-40 apartado 5.

Dicho todo esto pasamos a calcular la sección mínima comercial según el criterio de caída de tensión:

- **Sección mínima comercial (cdt):**

$$S = \frac{2 * l * I_{max_{tramo}}}{\gamma * U}$$

Donde:

– S = Sección mínima por cdt, en mm^2 .

– l = Longitud máxima del tramo, en m.

– $I_{max_{tramo}}$ = Intensidad máxima circulable por el tramo, en A.

– γ = Conductividad del cobre a 70°C, en $\frac{m}{Ohm * mm^2}$.

– U = Tensión del tramo, en V.

Tramo	5,3 FV	5,4 FV	5,5 FV	5,6 FV	5,7 FV	5,8 FV	5,9 FV
	Longitud del cable [m]	Intensidad máxima del tramo con factor [A]	Conductividad del cobre a 70°C [m/(Ohm*mm²)]	Máxima caída de tensión permitida [%]	Tensión del tramo [V]	Sección mínima [mm²]	Sección mínima comercial [mm²]
Paneles-Regulador	2 X 25	X 59,0625	÷(47,6	X 1,5	X 77	)= 53,71467	= 70
Regulador-Batería	2 X 2	X 125	÷(47,6	X 0,5	X 48	)= 43,76751	= 50
Regulador-Inversor	2 X 2	X 125	÷(47,6	X 1	X 48	)= 21,88375	= 25
Inversor-Consumo	2 X 10	X 27,173913	÷(47,6	X 1,5	X 230	)= 3,309452	= 6

Como se ve, las secciones mínimas no son comerciales, así que tendremos que elegir la sección inmediatamente superior comercial.

Tras esto, tendremos que comprobar si estas secciones calculadas cumplen con la condición de intensidad máxima admisible.

Para ello hay que saber que el tipo de cable a instalar es un conductor con aislamiento termoplástico de PVC unipolar.

- **Sección mínima comercial (I.max.adm):**

Se tiene que cumplir que:

$$I_{max_{tramo}} < I_{max_{admin}}$$

Donde:

– $I_{max_{admin}}$ = Intensidad máxima admisible del cable seleccionado, en A.

Tramo	5,9 FV	5,4 FV	6,1 FV	¿Valido?	6,2 FV	6,1 FV
	Sección mínima comercial [mm²]	Intensidad máxima del tramo con factor [A]	Intensidad máxima admisible cable (B1-PVC2) [A]		Sección válida comercial [mm²]	Intensidad máxima admisible cable (B1-PVC2) [A]
Paneles-Regulador	70	59,0625	< 160	SI	70	160
Regulador-Batería	50	125	< 125	SI	70	160
Regulador-Inversor	25	125	< 84	NO	70	85 160
Inversor-Consumo	6	27,17391304	< 36	SI	16	36

Vemos que para el tramo Regulador-Inversor esto no se cumple, así que debemos subir su sección.

No obstante, como el tramo Panel-Regulador tiene una sección de 70 mm², y los tramos Regulador-Batería y Regulador-Inversor tendrían de 50 mm², pero son 4 metros, así que los subiremos a 70 mm² también para unificar el pedido ya que no supondrá un sobrecoste.

Las intensidades máximas admisibles se obtienen de la siguiente tabla del REBT en la ITC-BT-19 siendo nuestra columna la número 6, la referente al tipo de instalación B1 y número de conductores y tipo de aislamiento: PVC2.

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

7.3. Protecciones.

- **Calibre fusible/magnetotérmico:**

Se tiene que cumplir que:

$$I_{max_{tramo}} \leq I_{protección} \leq I_{max_{admin}}$$

Donde:

– $I_{max_{admin}}$ = Intensidad maxima admisible del cable seleccionado, en A.

– $I_{protección}$ = Intensidad del elemento de protección, en A.

– $I_{max_{tramo}}$ = Intensidad maxima circulable sin aplicar el factor x1.25, en A.

	6,3 FV		6,4 FV		6,1 FV		
Tramo	Intensidad maxima del tramo [A]		Calibre Fusible/ Magnetotermico [A]		Intensidad maxima admisible cable (B1-PVC2) [A]		¿Valido?
Paneles-Regulador	47,25	<	50	<	160		SI
Regulador-Bateria	100	<	125	<	160		SI
Regulador-Inversor	100	<	125	<	160		SI
Inversor-Consumo	21,73913043	<	25	<	36		SI

Para todos los tramos de continua se emplean fusibles, mientras que para el tramo en alterna (Inversor-Consumo) se utiliza un magnetotérmico de 32A y un diferencial de 40A-30mA.

7.4. Toma de tierra.

7.4.1. Dimensionado toma de tierra.

Se considerará que todo es local húmedo, por tanto el valor de la tensión que se debe de tener en cuenta es de 24V para cada una de las tierras.

Al tener el diferencial de la casa rural una sensibilidad de 30mA, será esta la intensidad que se tendrá en cuenta a la hora de dimensionar la puesta a tierra.

El terreno de La Rioja es prácticamente en su totalidad Arcilloso, así que se considera una resistividad de 500 Ωm.

- **Resistencia máxima permitida:**

$$R_{Max} = \frac{V_{LocalHumedo}}{I_{def}}$$

Donde:

– R_{Max} = Resistencia maxima permitida , en Ohm.

– $V_{LocalHumedo}$ = Tension maxima para local humedo, en V.

– I_{def} = Intensidad de defecto, en A. (Se considera la misma para cada toma).

	6,5 FV	6,6 FV	6,7 FV
Puesta a tierra	Tension para local Humedo [V]	Intensidad de defecto [A]	Resistencia maxima permitida [Ohm]
De servicio (Neutro generador)	24	÷ 0,03	= 800
De proteccion (zona FV)	24	÷ 0,03	= 800
De proteccion (Vivienda)	24	÷ 0,03	= 800

- Resistencia de puesta a tierra:

$$R = \frac{\rho}{n * l}$$

Donde:

–R = Resistencia de la puesta a tierra , en Ohm.

–ρ = Resistividad del terreno, en Ohm * m.

–n = Numero de picas.

–l = Longitud de las picas, en m.

	6,8 FV	6,9 FV	7,1 FV	7,2 FV
Puesta a tierra	Resistividad del terreno [Ohm*m]	Numero de picas	Longitud de la pica [m]	Resistencia de puesta a tierra [Ohm]
De servicio (Neutro generador)	500	÷(2	X 1	)= 250
De proteccion (zona FV)	500	÷(2	X 1	)= 250
De proteccion (Vivienda)	500	÷(2	X 1	)= 250

- Comprobación resistencias:

Se tiene que cumplir que:

$$R < R_{Max}$$

	7,2 FV	6,7 FV	
Puesta a tierra	Resistencia de puesta a tierra [Ohm]	Resistencia maxima permitida [Ohm]	¿Valido?
De servicio (Neutro generador)	250	< 800	SI
De proteccion (zona FV)	250	< 800	SI
De proteccion (Vivienda)	250	< 800	SI

Cumplimos perfectamente.

- **Tensión máxima que puede aparecer:**

$$V = R * I_{def}$$

Donde:

–V = Tensión máxima que puede aparecer, en V.

	7,2 FV		6,6 FV		7,3 FV	
Puesta a tierra	Resistencia de puesta a tierra [Ohm]		Intensidad de defecto [A]		Tensión máxima que aparecería [V]	
De servicio (Neutro generador)	250		X	0,03	=	7,5
De proteccion (zona FV)	250		X	0,03	=	7,5
De proteccion (Vivienda)	250		X	0,03	=	7,5

- **Comprobación tensiones:**

Se tiene que cumplir que:

$$V < V_{LocalHumedo}$$

	7,3 FV		6,5 FV		
Puesta a tierra	Tensión máxima que aparecería [V]		Tension para local Humedo [V]		¿Valido?
De servicio (Neutro generador)	7,5		<	24	SI
De proteccion (zona FV)	7,5		<	24	SI
De proteccion (Vivienda)	7,5		<	24	SI

Cumplimos perfectamente. Con una pica por toma de tierra también hubiésemos cumplido pero por seguridad pondremos 2.

7.4.2. Sección conductor de protección y toma de tierra.

Según la ITC-BT-19, las secciones de los conductores de protección dependerán de la sección de la fase:

Sección de los conductores de fase de la instalación(mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección(mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S < 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S = S/2$

Así pues:

Tramos	Fase [mm2]	Tierra o proteccion [mm2]
Línea de tierra principal	6	6
Interior vivienda	6-4-2,5-1,5 según circuito	6-4-2,5-1,5 igual que fase circuito
Estructuras metálicas y carcassas FV	-	16

8. Dimensionado de la instalación solar térmica para ACS.

Para realizar este apartado utilizaremos el método de las curvas de F-Chart que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y rendimiento medio en un largo periodo de tiempo. Este método consiste en identificar las variables adimensionales del sistema y utilizar las correlaciones existentes entre estas para determinar el rendimiento y cobertura del sistema.

Este método es algo iterativo, necesitamos utilizar las características de un colector térmico, así como el volumen de un acumulador, sin haberlos calculado previamente. Esto con el objetivo de que la cobertura solar anual sea la máxima posible y siempre superior a la mínima calculada anteriormente.

Pero estamos sujetos a unas restricciones:

8.1. Restricciones.

$$\text{Variable adimensional } D2 \rightarrow 0 < D2 < 18$$

$$\text{Variable adimensional } D1 \rightarrow 0 < D1 < 3$$

Coberturas solares mensuales

→ En ningún caso superarán el 110% y no se superará el 100% 3 meses consecutivos.

$$\text{Relacion } \frac{V_{\text{acumu}}}{S_{\text{apertura}}} \rightarrow 37.5 < \frac{V_{\text{acumu}}}{S_{\text{apertura}}} < 300$$

$$V_{\text{acumu}} > \text{maxima demanda diaria de ACS.}$$

$$\text{Cobertura solar anual} > \text{Cobertura solar anual minima}$$

Tenemos que cumplir todas estas restricciones, para ello iremos probando combinaciones de colectores (con sus correspondientes características) y volúmenes de acumulador.

Nos quedaremos con la combinación que mayor cobertura solar nos dé.

8.2. Datos de elementos preseleccionados.

Tras varias combinaciones, estos son los elementos que cumpliendo todas las restricciones nos proporcionan una mayor cobertura solar:

$$\text{Colector} \rightarrow N^{\circ}: 1 \text{ ud} \quad S_{\text{apertura}}: 2.55 \text{ m}^2 \eta_{\text{optico}}: 0.749 \quad F_{\text{perdidas}}: 5.819 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$\text{Acumulador} \rightarrow V_{\text{acumu}}: 500 \text{ L}$$

8.3. Cobertura solar anual.

En primer lugar comprobaremos que con estos elementos cumplimos las restricciones iniciales:

Comprobación:

$$37.5 < \frac{V_{acumu}}{S_{aperturaTOTAL}} < 300$$

$$Relacion \frac{V_{acumu}}{S_{aperturaTOTAL}} = \frac{500}{2.55} = 196.08 \frac{L}{m^2}$$

Comprobación:

$$V_{acumu} > \text{maxima demanda diaria de ACS.}$$

La máxima demanda diaria de ACS se realiza en el mes de agosto y es de: 476.9L

$$500 > 476.9$$

Como vemos que cumplimos estos dos primeros requisitos pasamos a calcular el factor adimensional D2. Pero para ello necesitamos calcular antes:

- Factor de corrección K2:

$$K_2 = \frac{11.6 + 1.18 * T_{45^{\circ}C} + 3.86 * T.AFS - 2.32 * T_{AMB}}{100 - T_{AMB}}$$

Donde:

– K_2 = Factor de corrección adimensional para ACS.

– T_{AMB} = Temperatura media mensual del ambiente en las horas de sol, en °C.

La temperatura media mensual del ambiente en las horas de sol es diferente para cada mes y localidad, nosotros hemos obtenido estos datos de la pagina “Suelosolar.com” para la localidad de Logroño que es la más cercana. Así pues:

Mes	1,9 ACS						1,8 ACS						2,5 ACS						2,5 ACS						2,6 ACS	
	Temp acumulador final [°C]						Temp media AFS [°C]						Temp media ambiente horas de sol [°C]						Temp media ambiente horas de sol [°C]						Factor Corrección K2	
Enero	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	7	-	2,32	X	7	)÷(	100	-	7	)=	0,8116				
Febrero	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	8	-	2,32	X	9	)÷(	100	-	9	)=	0,8209				
Marzo	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	10	-	2,32	X	12	)÷(	100	-	12	)=	0,8575				
Abril	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	11	-	2,32	X	14	)÷(	100	-	14	)=	0,8684				
Mayo	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	13	-	2,32	X	17	)÷(	100	-	17	)=	0,9089				
Junio	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	16	-	2,32	X	21	)÷(	100	-	21	)=	0,9841				
Julio	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	18	-	2,32	X	24	)÷(	100	-	24	)=	1,0329				
Agosto	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	18	-	2,32	X	24	)÷(	100	-	24	)=	1,0329				
Septiem	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	16	-	2,32	X	21	)÷(	100	-	21	)=	0,9841				
Octubre	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	13	-	2,32	X	16	)÷(	100	-	16	)=	0,9257				
Noviem	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	10	-	2,32	X	11	)÷(	100	-	11	)=	0,8739				
Diciem	11,6	+	1,18	X	45	+	3,86	X	8	-	2,32	X	8	)÷(	100	-	8	)=	0,8372				

- Factor de corrección K1:

$$K_1 = \left(\frac{V_{acumu}}{75 * S_{apertura_{TOTAL}}} \right)^{-0.25}$$

Donde:

– K_1 = Factor de corrección adimensional para ACS.

– $S_{apertura_{TOTAL}}$ = Superficie de captacion total, en m^2 .

– V_{acumu} = Volumen del deposito de acumulacion, en L.

2,7 ACS				2,8 ACS				2,9 ACS	
Volumen acumulacion [L]				Superficie captador [m2]				Factor Corrección K1	
(	500	÷	(	75	X	2,55	)	^	-0,25
)=	
								0,78642	

Calculados los factores K2 y K1, podemos obtener la energía perdida por el captador:

- Energía perdida por el captador:

$$E_P = S_{apertura_{TOTAL}} * F_{perdidas} * F_{Cap-Inter} * (100 - T_{AMB}) * h_{mes} * K_1 * K_2$$

Donde:

– E_P = Energía perdida por el captador, en $\frac{wh}{mes}$.

– $F_{perdidas}$ = Pendiente de la curva característica del captador, en $\frac{w}{m^2 * ^\circ C}$.

– $F_{Cap-Inter}$ = Factor del conjunto captador intercambiador, se toma 0.95.

– h_{mes} = Horas del periodo de estudio, en este caso un mes, en $\frac{h}{mes}$.

Mes	2,8 ACS	3,1 ACS	3,2 ACS			2,5 ACS	3,0 ACS	2,9 ACS	2,6 ACS	3,3 ACS
	Superficie captadores [m2]	F.perdidas (Pendiente) [w/m2°C]	F. corrección captador-intercam.			Temp media ambiente horas sol [°C]	Horas del mes [h/mes]	Factor Corrección K1	Factor Corrección K2	Energia perdida [wh/mes]
Enero	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 7	)X 744	X 0,7864	X 0,8116	= 622549,6
Febrero	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 9	)X 696	X 0,7864	X 0,8209	= 576366,83
Marzo	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 12	)X 744	X 0,7864	X 0,8575	= 622384,65
Abril	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 14	)X 720	X 0,7864	X 0,8684	= 596081,91
Mayo	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 17	)X 744	X 0,7864	X 0,9089	= 622219,69
Junio	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 21	)X 720	X 0,7864	X 0,9841	= 620506,26
Julio	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 24	)X 744	X 0,7864	X 1,0329	= 647458,19
Agosto	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 24	)X 744	X 0,7864	X 1,0329	= 647458,19
Septiem	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 21	)X 720	X 0,7864	X 0,9841	= 620506,26
Octubre	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 16	)X 744	X 0,7864	X 0,9257	= 641354,76
Noviem	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 11	)X 720	X 0,7864	X 0,8739	= 620825,53
Diciem	2,55	X 5,819	X 0,95	X	100	- 8	)X 744	X 0,7864	X 0,8372	= 635251,33

Con la energía mensual perdida y la demanda energética térmica mensual ya podemos calcular el factor D2:

- Factor D2:**

$$D_2 = \frac{E_p}{DET_{ACS}}$$

Donde:

– D_2 = Factor adimensional para el calculo de ACS.

– E_p = Energía perdida por el captador, en $\frac{kwh}{mes}$.

– DET_{ACS} = Demanda termica mensual, o carga calorifica mensual, en $\frac{kwh}{mes}$.

	3,4 ACS		3,5 ACS		3,6 ACS
Mes	Energia perdida [kWh/mes]		Carga calorifica mensual [kWh/mes]		Factor D2
Enero	622,5496041	÷	121,7304	=	5,114167078
Febrero	576,3668253	÷	80,129002	=	7,192986419
Marzo	622,3846466	÷	86,104085	=	7,228282459
Abril	596,0819072	÷	158,34552	=	3,764438148
Mayo	622,2196891	÷	181,54697	=	3,427320639
Junio	620,5062595	÷	321,90915	=	1,927581938
Julio	647,4581865	÷	425,38253	=	1,522061078
Agosto	647,4581865	÷	546,92039	=	1,183825283
Septiem	620,5062595	÷	321,90915	=	1,927581938
Octubre	641,354759	÷	96,825053	=	6,623851394
Noviem	620,8255321	÷	64,578064	=	9,613566849
Diciem	635,2513315	÷	75,12094	=	8,456381594

Como vemos, cumplimos para todos los meses la restricción de:

$$0 < D_2 < 18$$

Ahora pasamos a calcular el factor adimensional D1. Pero para ello necesitamos calcular antes:

- Energía absorbida por el captador:**

$$E_a = S_{apertura_{TOTAL}} * R_{MDM} * F_{perdidas} * D_{Mes} * \eta_{optico} * Mod_{ang_{inc}} * F_{Cap-Inter}$$

Donde:

– E_a = Energía absorbida por el captador, en $\frac{wh}{mes}$.

– R_{MDM} = Radiación media diaria mensual a 25° de inclinación, en $\frac{W}{m^2 * día}$.

– η_{optico} = Efi. optica captador, ordenada en el origen de la curva caracterist.

– Mod_{anginc} = Modificador del angulo de incidencia, se toma 0.96.

	2,8 ACS		3,7 ACS		1,4 ACS		3,8 ACS		3,9 ACS		3,2 ACS		4,1 ACS
Mes	Superficie captadores [m2]		Radiación media diaria mensual [wh/m2día]		Días del mes [día/mes]		Rendimiento optico		Modificador del angulo de incidencia		F. corrección captador-intercam.		Energía absorbida [wh/mes]
Enero	2,55	X	2470,91398	X	31	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	133424,7
Febrero	2,55	X	3207,15517	X	29	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	162007,4
Marzo	2,55	X	4546,63978	X	31	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	245509,9
Abril	2,55	X	5356,25	X	30	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	279897,4
Mayo	2,55	X	5922,58065	X	31	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	319808,1
Junio	2,55	X	6470,27778	X	30	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	338112,3
Julio	2,55	X	6960,48387	X	31	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	375852,9
Agosto	2,55	X	6549,16667	X	31	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	353642,6
Septiem	2,55	X	5412,47222	X	30	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	282835,4
Octubre	2,55	X	4127,33871	X	31	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	222868,5
Noviem	2,55	X	2631,30556	X	30	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	137502,1
Diciem	2,55	X	2456,85484	X	31	X	0,749	X	0,96	X	0,95	=	132665,5

Con la energía mensual absorbida y la demanda energética térmica mensual ya podemos calcular el factor D1:

- **Factor D1:**

$$D_1 = \frac{E_a}{DET_{ACS}}$$

Donde:

– D_1 = Factor adimensional para el calculo de ACS.

– E_a = Energía perdida por el captador, en $\frac{kwh}{mes}$.

– DET_{ACS} = Demanda termica mensual, o carga calorifica mensual, en $\frac{kwh}{mes}$.

	4,2 ACS		3,5 ACS		4,3 ACS
Mes	Energía absorbida [kwh/mes]		Carga calorifica mensual [kWh/mes]		Factor D1
Enero	133,4246759	÷	121,7304	=	1,096067013
Febrero	162,0073833	÷	80,1290023	=	2,021832028
Marzo	245,5099389	÷	86,1040849	=	2,851315813
Abril	279,8974427	÷	158,345518	=	1,767637296
Mayo	319,8081398	÷	181,546973	=	1,761572412
Junio	338,1123367	÷	321,909148	=	1,050334663
Julio	375,8529487	÷	425,382526	=	0,883564616
Agosto	353,6425985	÷	546,920391	=	0,646607083
Septiem	282,8354041	÷	321,909148	=	0,878618721
Octubre	222,8684748	÷	96,8250525	=	2,301764564
Noviem	137,5021136	÷	64,5780637	=	2,129238719
Diciem	132,665509	÷	75,1209397	=	1,766025686

Como vemos, cumplimos para todos los meses la restricción de:

$$0 < D1 < 3$$

Así pues, con los factores D1 y D2 podemos pasar a calcular el factor “f”, que es la cobertura solar mensual:

- Factor f, cobertura solar mensual:

$$f = 1.029 * D_1 - 0.065 * D_2 - 0.245 * D_1^2 + 0.0018 * D_2^2 + 0.0215 * D_1^3$$

Donde:

–f = Cobertura solar mensual.

Mes	4,3 ACS					3,6 ACS					4,3 ACS					3,6 ACS					4,3 ACS			4,4 ACS	
	Factor D1					Factor D2					Factor D1					Factor D2					Factor D1			Factor f (Cobertura solar mensual)	
Enero	1,029	X	1,09607	-	0,065	X	5,1142	-	0,245	X	1,0961	^2 +	0,0018	X	5,1142	^2 +	0,0215	X	1,0961	^3 =	0,576487				
Febrero	1,029	X	2,02183	-	0,065	X	7,193	-	0,245	X	2,0218	^2 +	0,0018	X	7,193	^2 +	0,0215	X	2,0218	^3 =	0,882234				
Marzo	1,029	X	2,85132	-	0,065	X	7,2283	-	0,245	X	2,8513	^2 +	0,0018	X	7,2283	^2 +	0,0215	X	2,8513	^3 =	1,064758				
Abril	1,029	X	1,76764	-	0,065	X	3,7644	-	0,245	X	1,7676	^2 +	0,0018	X	3,7644	^2 +	0,0215	X	1,7676	^3 =	0,952951				
Mayo	1,029	X	1,76157	-	0,065	X	3,4273	-	0,245	X	1,7616	^2 +	0,0018	X	3,4273	^2 +	0,0215	X	1,7616	^3 =	0,968285				
Junio	1,029	X	1,05033	-	0,065	X	1,9276	-	0,245	X	1,0503	^2 +	0,0018	X	1,9276	^2 +	0,0215	X	1,0503	^3 =	0,716818				
Julio	1,029	X	0,88356	-	0,065	X	1,5221	-	0,245	X	0,8836	^2 +	0,0018	X	1,5221	^2 +	0,0215	X	0,8836	^3 =	0,637986				
Agosto	1,029	X	0,64661	-	0,065	X	1,1838	-	0,245	X	0,6466	^2 +	0,0018	X	1,1838	^2 +	0,0215	X	0,6466	^3 =	0,49431				
Septiem	1,029	X	0,87862	-	0,065	X	1,9276	-	0,245	X	0,8786	^2 +	0,0018	X	1,9276	^2 +	0,0215	X	0,8786	^3 =	0,610944				
Octubre	1,029	X	2,30176	-	0,065	X	6,6239	-	0,245	X	2,3018	^2 +	0,0018	X	6,6239	^2 +	0,0215	X	2,3018	^3 =	0,981095				
Noviem	1,029	X	2,12924	-	0,065	X	9,6136	-	0,245	X	2,1292	^2 +	0,0018	X	9,6136	^2 +	0,0215	X	2,1292	^3 =	0,829261				
Diciem	1,029	X	1,76603	-	0,065	X	8,4564	-	0,245	X	1,766	^2 +	0,0018	X	8,4564	^2 +	0,0215	X	1,766	^3 =	0,750598				

Como vemos, cumplimos para todos los meses las restricciones de:

Coberturas solares mensuales

→ En ningún caso superarán el 110% y no se superará el 100% 3 meses consecutivos.

Por último, para calcular la cobertura solar anual debemos obtener previamente la energía útil captada:

- Energía útil:

$$E_{util} = f * DET_{ACS}$$

Donde:

$$-E_{util} = \text{Energía útil captada, en } \frac{kwh}{mes}$$

	4,4 ACS		3,5 ACS		4,5 ACS
Mes	Factor f (Cobertura solar mensual)		Carga calorífica mensual [kWh/mes]		Energía útil captada [kWh/mes]
Enero	0,576487302	X	121,7304	=	70,17602981
Febrero	0,882233546	X	80,129002	=	70,69249382
Marzo	1,064757538	X	86,104085	=	91,67997343
Abril	0,952951104	X	158,34552	=	150,8955358
Mayo	0,96828489	X	181,54697	=	175,7891912
Junio	0,716817604	X	321,90915	=	230,7501443
Julio	0,637986269	X	425,38253	=	271,3882108
Agosto	0,494310423	X	546,92039	=	270,3484497
Septiem	0,610943771	X	321,90915	=	196,6683889
Octubre	0,981094743	X	96,825053	=	94,99454996
Noviem	0,829260547	X	64,578064	=	53,55204039
Diciem	0,750598095	X	75,12094	=	56,3856342

Ahora aplicaremos esta fórmula para obtener la cobertura solar anual:

- Cobertura solar anual:

$$Cobertura\ solar\ anual = \frac{\sum E_{util}}{\sum DET_{ACS}}$$

Aplicando esto, nos queda:

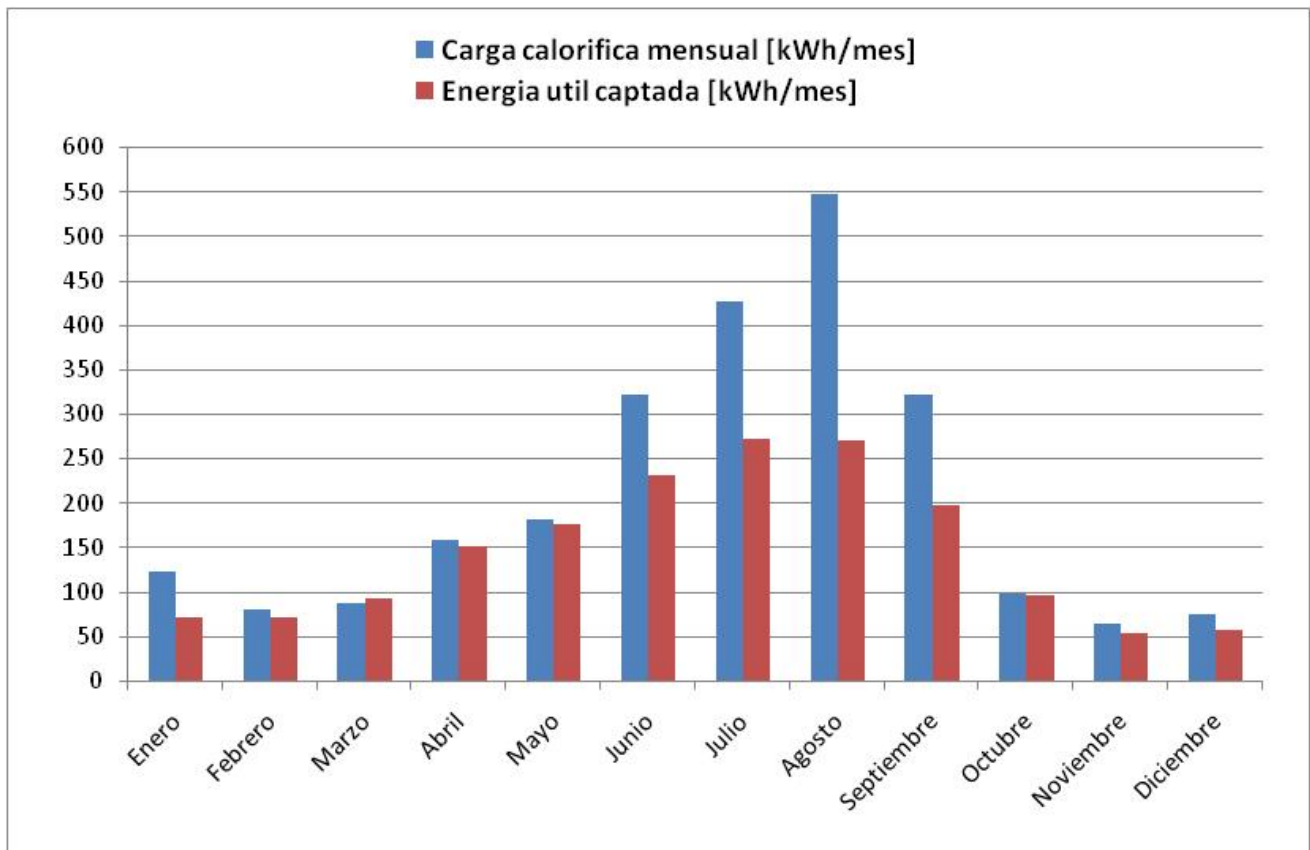
4,6 ACS
Cobertura solar ANUAL [%]
69,878%

Como vemos, cumplimos la restricción de:

$$Cobertura\ solar\ anual > Cobertura\ solar\ anual\ minima$$

Ya que la cobertura solar mínima calculada anteriormente es de un 60%.

8.4. Gráfica Demanda-Aportación.



8.5. Elementos del sistema.

8.5.1. Colector térmico.

Como se ha comentado anteriormente, nuestro colector tiene estas características:

$$N^{\circ}: 1 \text{ ud} \quad S_{\text{apertura}}: 2.55 \text{ m}^2 \quad \eta_{\text{optico}}: 0.749 \quad F_{\text{perdidas}}: 5.819 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}} \quad Q = 40 \frac{\text{L}}{\text{h} \cdot \text{m}^2}$$

8.5.2. Interacumulador.

Se ha optado por instalar un interacumulador en lugar de un acumulador y un intercambiador, ya que el precio es pareció y así nos ahorramos una bomba.

$$V_{\text{acumu}}: 500 \text{ L}$$

La potencia mínima del intercambiador ha de ser de:

2,8 ACS		4,7 ACS		
Superficie captadores [m2]		Potencia minima intercambiador [W]		
500	X	2,55	=	1275

8.5.3. Bomba de recirculación.

Solo necesitaremos una entre el colector y el intercambiador, capaz de mover el caudal del colector:

$$Q_{\text{max}} = 2.4 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

8.5.4. Caldera mínima.

Obviamente, como no somos capaces de generar toda la energía térmica suficiente, necesitamos una caldera de apoyo capaz de suministrar ese déficit de energía.

Esta caldera debe de ser capaz de mover un caudal de agua tal que satisfaga las necesidades requeridas.

El caudal que se debe asegurar en cada aparato está fijado en el Código Técnico de la Edificación en su documento HS4 "Instalaciones de Salubridad: Suministro de agua" y es el que se adjunta:

Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,03
Lavabo	0,065
Ducha	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,15
Bidé	0,065
Inodoro con cisterna	-
Inodoro con fluxor	-
Urinarios con grifo temporizado	-
Urinarios con cisterna (c/u)	-
Fregadero doméstico	0,10
Fregadero no doméstico	0,20
Lavavajillas doméstico	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,20
Lavadero	0,10
Lavadora doméstica	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,40
Grifo aislado	0,10
Grifo garaje	-
Vertedero	-

Así pues, para nuestro caso:

Aparato	Caudal instantáneo mínimo [L/s]	Viviendas	Caudal instantáneo mínimo total [L/s]
Lavabo	0,065	4	0,26
Ducha	0,1	4	0,4
Bidé	0,065	4	0,26
Fregadero	0,1	4	0,4
Lavadora	0,15	4	0,6
Grifo aislado	0,1	4	0,4
		Total	2,32

Este sería el caudal mínimo que debe mover la caldera en caso de que todo esté abierto a la vez. Cosa improbable, por lo que existen unos coeficientes de simultaneidad que dependen del tipo de instalación, el caudal instantáneo más grande de nuestros aparatos, etc.

Estos factores dependen directamente de:

$$-Q_u = \text{Caudal mayor de los aparatos unitarios, en } \frac{L}{s}$$

$$-Q_t = \text{Caudal total suma de todos los aparatos del edificio, en } \frac{L}{s}$$

Donde:

$$-Q_u = 0.15 \frac{L}{s}$$

$$-Q_t = 2.32 \frac{L}{s}$$

Por lo que, siendo nuestro edificio uno de viviendas:

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_t	A	B	C
Viviendas	<0,5	≤20	0,682	0,450	-0,140
	≥0,5	≤1	1,000	1,000	0,000
	≥0,5	≤20	1,700	0,210	-0,700
	→ Sin límite	>20	1,700	0,210	-0,700

Como vemos nos encontramos en la primera fila.

- **Caudal simultaneo de cálculo:**

$$Q_c = A * Q_t^B + C$$

Donde:

$$-Q_c = \text{Caudal simultaneo de calculo, en } \frac{L}{s}$$

$$-A, B, C = \text{Coeficientes simultaneidad.}$$

4,8 ACS		4,9 ACS		5,1 ACS		5,2 ACS		5,3 ACS	
Factor A		Caudal instantaneo minimo total [L/s]		Factor B		Factor C		Caudal simultaneo de calculo [L/s]	
0,682		X	2,32	^	0,45	+	-0,14	=	0,855987683

Así pues, nuestra caldera deberá mover como mínimo este caudal.

8.6. Mini-estudio para instalación de un colector adicional.

En este apartado vamos a ver si sería viable, o por qué no, la instalación de un colector adicional haciendo un total de 2.

En primer lugar, y para descartar esta opción directamente, si instaláramos un colector adicional igual al ya instalado no cumpliríamos con los factores adimensionales D2 y D1, comentados anteriormente, en varios de los meses. Y lo que es más importante, la cobertura solar mensual supera en varios meses el 110% y el 100% en más de 3 meses seguidos:

4,4 ACS
Factor f (Cobertura solar mensual)
0,828327598
1,013869596
1,324282375
1,13836666
1,163485719
1,055918305
0,990758709
0,823671433
0,94449446
1,097220339
1,015011159
0,94092598

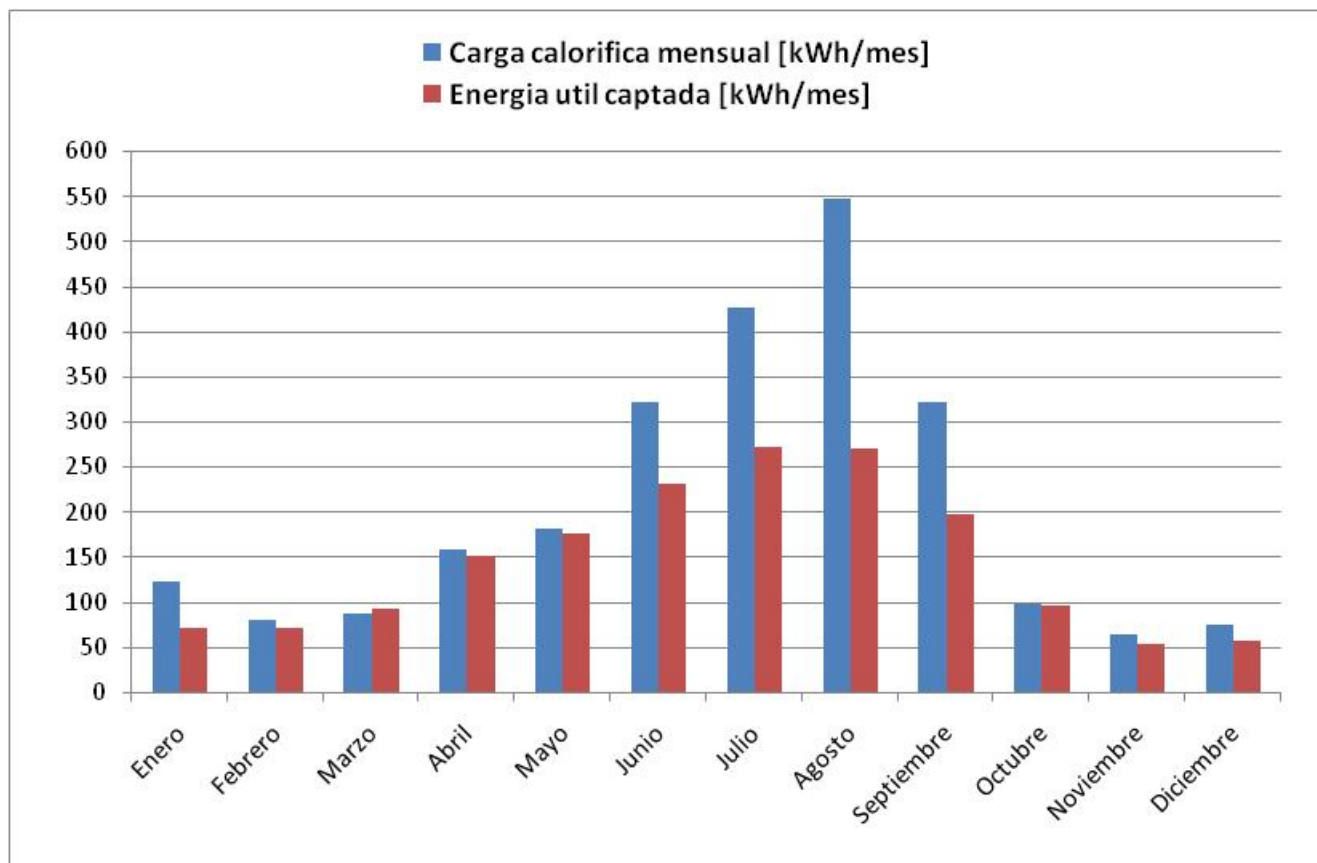
Esto en cuanto a lo dispuesto en el CTE.

Pero ahora vamos a ver qué económicamente tampoco sería viable.

Para comprobarlo vamos a calcular el déficit de energía de cada mes y sumarlo para obtener el anual. Esto se hará para el caso de 1 solo colector y de 2 colectores.

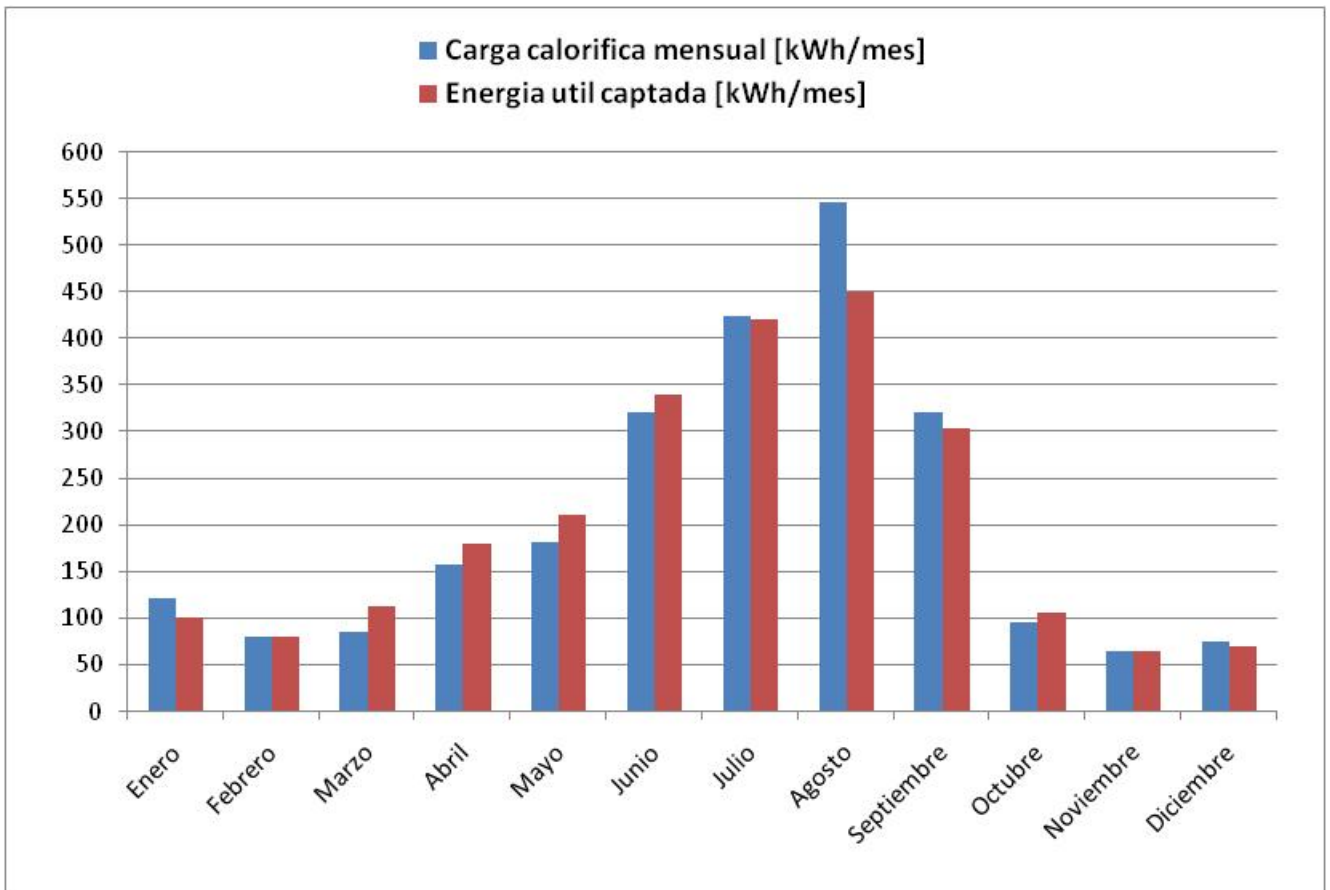
Para un colector.

	3,5 ACS	4,5 ACS		5,4 ACS		4,6 ACS
Mes	Carga calorifica mensual [kWh/mes]	Energia util captada [kWh/mes]		Deficit de Energia [kWh/mes]		Cobertura solar ANUAL [%]
Enero	121,7304	-	70,17602981	=	51,55437	69,878%
Febrero	80,12900231	-	70,69249382	=	9,4365085	100
Marzo	86,1040849	-	91,67997343	=	0	
Abril	158,3455176	-	150,8955358	=	7,4499818	
Mayo	181,5469734	-	175,7891912	=	5,7577823	
Junio	321,9091482	-	230,7501443	=	91,159004	
Julio	425,3825264	-	271,3882108	=	153,99432	
Agosto	546,9203911	-	270,3484497	=	276,57194	
Septiem	321,9091482	-	196,6683889	=	125,24076	
Octubre	96,8250525	-	94,99454996	=	1,8305025	
Noviem	64,57806367	-	53,55204039	=	11,026023	
Diciem	75,12093966	-	56,3856342	=	18,735305	
				TOTAL	752,75649	



Para dos colectores.

Mes	3,5 ACS	4,5 ACS		5,4 ACS		4,6 ACS
	Carga calorífica mensual [kWh/mes]	Energía util captada [kWh/mes]		Deficit de Energia [kWh/mes]		Cobertura solar ANUAL [%]
Enero	121,7304	-	100,8326499	=	20,89775	98,607%
Febrero	80,12900231	-	81,24035922	=	0	
Marzo	86,1040849	-	114,0261221	=	0	
Abril	158,3455176	-	180,255258	=	0	
Mayo	181,5469734	-	211,2273109	=	0	
Junio	321,9091482	-	339,909762	=	0	
Julio	425,3825264	-	421,4514427	=	3,9310837	
Agosto	546,9203911	-	450,4827025	=	96,437689	
Septiem	321,9091482	-	304,041407	=	17,867741	
Octubre	96,8250525	-	106,2384169	=	0	
Noviem	64,57806367	-	65,54745526	=	0	
Diciem	75,12093966	-	70,68324377	=	4,4376959	
TOTAL					143,57196	



Vemos que la diferencia es considerable.

Fijándonos en los precios actuales del kWh térmico, vemos que ronda 0.0585 €/kWh. De este modo, deberíamos pagar en cada situación:

$$\text{Con un colector} \quad \text{Precio}_1 = 752.75 * 0.0585 = 44.03 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Con dos colectores} \quad \text{Precio}_2 = 143.57 * 0.0585 = 8.4 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Siendo el coste del colector térmico de 419 €:

$$\text{Retorno inversión} = \frac{419}{\text{Precio}_1 - \text{Precio}_2} = 11.75 \text{ años}$$

Tardaríamos casi 12 años en amortizar solamente el colector adicional con el ahorro que nos supondría su instalación. Esto sin tener en cuenta que también deberíamos aumentar el volumen del acumulador ya que van muy ligados la superficie de captación y el volumen de acumulación.

En resumen, **es inviable técnica y económicamente colocar un colector adicional.**

En Autol, a 9 de junio de 2020

Fdo: Marcos Muñoz Pérez

2.2.PLAN DE MANTENIMIENTO.

ÍNDICE PLAN DE MANTENIMIENTO

1. Plan de mantenimiento.....	105
1.1. Aspectos generales.....	105
1.2. Mantenimiento de los componentes de la instalación.....	106
1.2.1. Inversor.	106
1.2.2. Regulador.	106
1.2.3. Batería.	106
1.2.4. Cableado y canalizaciones.....	107
1.2.5. Protecciones.....	107
1.2.6. Puesta a tierra.	107
1.2.7. Paneles solares.....	108
1.3. Garantía.....	108
1.3.1. Ámbito general.....	108
1.3.2. Plazos.....	108
1.3.3. Condiciones económicas.....	108
1.3.4. Anulación de la garantía.....	109
1.3.5. Lugar y tiempo de la prestación.....	109

1. Plan de mantenimiento.

1.1. Aspectos generales.

La realización del plan de mantenimiento se realizara según lo indicado en el pliego de condiciones del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y según lo expuesto en el código técnico de la edificación.

Una vez realizada la instalación, se debe de llegar a un acuerdo de contrato para el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de todos los elementos de la instalación.

Es preferible que este contrato de mantenimiento se realice con la misma empresa instaladora que ha realizado el proyecto.

En estos aspectos generales podemos diferenciar dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo constara de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación. Algunas de las actividades u operaciones que se deben de llevar a cabo son las siguientes:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: Situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Baterías: Nivel de electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversor: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

El mantenimiento correctivo es aquel que engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema durante su vida útil. Algunas de estas actividades son:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2 del pliego de condiciones del IDEA y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave de la instalación.
- La visita mencionada en el párrafo anterior, se refiere a que el instalador deberá de acudir en un plazo máximo de 48 horas, a la instalación si esta no funcionara, o en una semana si la instalación puede seguir funcionando incluso con esta avería.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la

mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

Todas las actividades referidas al mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, deben de realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de una empresa instaladora.

Todas las operaciones de mantenimiento, deben de estar registradas en un libro de mantenimiento.

1.2. Mantenimiento de los componentes de la instalación.

1.2.1. Inversor.

Algunas de las actividades que se pueden realizar para mantener el inversor, no difiere mucho de las especificaciones generales, siendo algunas de las operaciones que se pueden realizar las siguientes:

De forma visual revisar que las conexiones sigan bien hechas.

- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.
- Comprobar que no exista ninguna alarma de mal funcionamiento de la instalación.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Medición de eficiencia y distorsión armónica.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Si existiera acumulación de polvo o suciedad, limpiar bien los dispositivos.

1.2.2. Regulador.

Las operaciones que se llevaran a cabo para mantener el regulador en buen estado durante su vida útil son las siguientes:

- De forma visual revisar que las conexiones sigan bien hechas.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles danos en los circuitos electrónicos.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Si existiera acumulación de polvo o suciedad, limpiar bien los dispositivos.

1.2.3. Batería.

La batería es el elemento de la instalación solar fotovoltaica que mas mantenimiento necesita, debido a su composición química, pudiendo ser muy perjudicial para el resto de dispositivos. Algunas de las acciones que se pueden realizar para mantener losacumuladores en buen estado son las siguientes:

- Control del funcionamiento de la densidad del líquido electrolítico.
- Inspección visual del nivel de líquido de las baterías.
- Comprobación de las terminales, su conexión y engrase.
- Comprobación de la estanqueidad de la batería.

- Medición de la temperatura dentro de la habitación.
- Comprobación de la ventilación.

1.2.4. Cableado y canalizaciones.

Para realizar el plan de mantenimiento del cableado con el fin de su simplificación se estudiara por zonas.

- Cuadros de conexión:
 - Comprobación del estado del aislamiento del cable.
 - Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
 - Comprobación visual del buen estado del cuadro o caja de conexión, con el fin de conservar sus propiedades de estanqueidad.
 - Inspección visual de las señales de los cables y de las señales de advertencia.
- Conexión entre módulos:
 - Comprobación del estado del aislamiento del cable.
 - Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
 - Comprobación visual de que los módulos están conectados correctamente, de acuerdo con el presente proyecto.
- Canalizaciones:
 - Comprobar el buen estado del conducto o canalización.
 - Comprobar que los conductos no estén obstruidos por cuerpos extraños y de ser así, eliminar esta obstrucción.
 - Comprobar el buen aislamiento de los cables que circulan por cada uno de ellos.
 - Asegurarse de que por cada canalización va el circuito correcto, cumpliendo lo expuesto en el presente proyecto.

1.2.5. Protecciones.

Las protecciones son otro de los puntos clave de cada instalación, debido a que un fallo en estos elementos puede provocar un daño material o poner en peligro la integridad de los usuarios de la instalación. Por tanto algunas de las actividades que se deben de realizar para que esto no ocurra son las siguientes:

- Control del buen funcionamiento de los interruptores.
- Inspección visual del buen estado del conexionado.
- Control del funcionamiento y de actuación de los elementos de seguridad y protecciones como fusibles, puestas de tierra e interruptores de seguridad.
- Realización de pruebas en cada uno de los elementos de la instalación solar fotovoltaica, debido a que cada uno de ellos lleva incorporado una serie de protecciones.

1.2.6. Puesta a tierra.

Para asegurar una buena circulación de las corrientes de defecto a tierra, se debe de realizar el mantenimiento de esta parte de la instalación. Las actividades que se deben de realizar son las siguientes:

- Revisión anual en la época en el que el terreno se encuentre más seco.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra.

- Medición de la resistividad del terreno.
- Comprobación de la continuidad de la instalación a tierra.
- Comprobación de todas las masas metálicas a tierra.
- Revisión cada 5 años de los conductores de enlace del electrodo con el punto de puesta a tierra.

1.2.7. Paneles solares.

Con objeto de un rendimiento óptimo de la instalación, el buen mantenimiento de los generadores fotovoltaicos es imprescindible. Para tal fin debemos de realizar lo siguiente:

- Se realizará una inspección visual de la limpieza de estos paneles. En caso de que la acumulación de polvo y suciedad sea elevada, se realizará una limpieza de la superficie.
- Inspección visual de posibles deformaciones, oscilaciones y estado de la conexión a tierra de la carcasa.
- Realización de un apriete de bordes y conexiones y se comprueba el estado de los diodos de protección o antirretorno que eviten el efecto isla, explicado con anterioridad en la presente memoria.
- Realización de una medición eléctrica para comprobar el rendimiento de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones, indicios de corrosión en las estructuras y apriete de los tornillos.

1.3. Garantía.

1.3.1. Ámbito general.

Según lo indicado por el pliego de condiciones del IDEA en su punto 7.3 se realizará este punto de garantía.

Así pues sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquier de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

1.3.2. Plazos.

Se garantizará el buen funcionamiento de la instalación durante 3 años para todos los materiales utilizados y para el montaje.

Si hubiera que interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

1.3.3. Condiciones económicas.

La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación, podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

1.3.4. Anulación de la garantía.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque solo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

1.3.5. Lugar y tiempo de la prestación.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

En Autol, a 9 de junio de 2020



Fdo: Marcos Muñoz Pérez

2.3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

ÍNDICE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Objeto del presente estudio básico.	112
1.1. Objeto del presente estudio básico de seguridad y salud.	112
1.2. Establecimiento posterior de un plan de seguridad y salud en la obra.	112
2. Identificación de la obra.	112
2.1. Tipo de obra.	112
2.2. Suministro de energía eléctrica.	112
2.3. Suministro de agua potable.	112
2.4. Servicios higiénicos.	112
2.5. Interferencias y servicios afectados.	112
3. Identificación preventiva.	113
4. Riesgos y medidas de prevención.	114
4.1. Obra civil.	114
4.1.1. Movimiento de tierras y cimentaciones.	114
4.1.2. Estructuras.	114
4.1.3. Cerramientos.	115
4.1.4. Albañilería.	115
4.2. Montaje.	116
4.2.1. Colocación de soportes y embarrados.	116
4.2.2. Operaciones de puesta en tensión.	116
4.2.3. Medios auxiliares.	116
4.2.4. Herramientas.	117
5. Protecciones frente a los riesgos.	118
5.1. Protecciones colectivas.	118
5.2. Equipos de protección individual (EPI).	118
5.3. Medidas preventivas de tipo general.	119
5.3.1. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras.	119
6. Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra.	119
6.1. Vigilancia de la salud.	119
7. Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar las obras.	120

1. Objeto del presente estudio básico.

1.1. Objeto del presente estudio básico de seguridad y salud.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene como objetivo servir de base para que las empresas contratistas y cualquier otra que participe en la ejecución de las obras a que hace referencia el presente proyecto, las lleven a cabo en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo de esta forma lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de octubre (B.O.E. de 25/10/97).

1.2. Establecimiento posterior de un plan de seguridad y salud en la obra.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud debe servir también de base para que las empresas constructoras, contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras antes del comienzo de las actividades en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud, tal y como indica el articulado del Real Decreto citado anteriormente.

2. Identificación de la obra.

2.1. Tipo de obra.

La obra objeto del presente proyecto consiste en la ejecución de una instalación solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria y la ejecución de una instalación solar fotovoltaica para la producción de energía eléctrica.

2.2. Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

2.3. Suministro de agua potable.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

2.4. Servicios higiénicos.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

2.5. Interferencias y servicios afectados.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto, deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3. Identificación preventiva.

Las medidas preventivas a aplicar por la empresa, deberán cumplir los siguientes principios generales:

- Identificar y evitar los riesgos.
- Identificar y evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir todo elemento peligroso por otro que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información y formación suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Los trabajadores deben recibir toda la información necesaria sobre los riesgos a los que están expuestos, así como de las medidas de protección y prevención para estos riesgos.
- Se consultará y permitirá a los trabajadores su participación en todo lo relacionado con la prevención de riesgos, previo a la adopción de cualquier decisión relativa a:
 - Planificación y organización del trabajo.
 - Introducción de nuevas tecnologías.
 - Organización y desarrollo de las actividades de prevención y protección.
 - Designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
 - Proyecto y organización de la formación en materia preventiva.
 - Cualquier acción que tenga efectos sustanciales sobre la seguridad de la salud de los trabajadores.

Los trabajadores, siempre en relación con sus posibilidades, y con arreglo a su formación y siguiendo instrucciones del empresario deberán:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas y, en general, cualquier otro medio con el que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas por éste.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Cooperar con el empresario para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo seguras.

4. Riesgos y medidas de prevención.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas, dentro de los apartados de Obra civil y Montaje.

4.1. Obra civil.

4.1.1. Movimiento de tierras y cimentaciones.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo de la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

4.1.2. Estructuras.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas a distinto nivel, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros de espera, eslingas en mal estado, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.

- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.1.3. Cerramientos.

a) Riesgos más frecuentes.

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.1.4. Albañilería.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

4.2. Montaje.

4.2.1. Colocación de soportes y embarrados.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

4.2.2. Operaciones de puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes del grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.2.3. Medios auxiliares.

Escaleras y andamios

a) Riesgos más frecuentes

- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos a través de la escalera.

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas de prevención

- Todas las escaleras y andamios tendrán la base antideslizante.
- En el caso de colocar las escaleras en superficies no niveladas, se emplearán calzos de total seguridad para la nivelación de las mismas.
- En el caso de que las dimensiones de las escaleras lo recomienden, éstas serán manipuladas por varios operarios.
- Cuando los andamios deban ser trasladados de una parte a otra de la obra constarán de ruedas con sus correspondientes frenos homologados. Para su traslado no podrá encontrarse en ellos ningún trabajador.
- Será obligatorio el uso de casco en toda la obra.

4.2.4. Herramientas.

Herramientas eléctricas: Taladradora, radial, sierra, etc.

a) Riesgos más frecuentes

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas de prevención

- Siempre que se emplee cualquiera de estas herramientas, así como cualquier otra similar, se emplearán gafas de seguridad.
- También se emplearán guantes, botas, casco y ropa de seguridad.
- Cuando se prevea la producción de polvo será de obligatorio emplear mascarillas para evitar su inhalación.

Herramientas de mano: Martillos de golpeo, marras, pelacables, tijeras, etc.

a) Riesgos más frecuentes

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

b) Medidas de prevención

- Será obligatorio el uso de casco, gafas, guantes, ropa y botas de seguridad en toda la obra.

5. Protecciones frente a los riesgos.

5.1. Protecciones colectivas.

Señalización

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

Las señales podrán ser tanto visuales como sonoras. Se emplearán las señales normalizadas tanto en colores, como en tamaño, siendo las mismas de fácil comprensión para los trabajadores.

5.2. Equipos de protección individual (EPI).

Durante la obra todos los trabajadores dispondrán de los siguientes equipos de protección:

- Casco homologado clase E-AT con barbuquejo.
- Pantalla facial de policarbonato con atalaje de material aislante.
- Protectores anti ruido clase C.
- Gafas anti-impacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.
- Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil radial.
- Guantes "tipo americano", de piel flor y lona, de uso general.
- Guantes de precisión (taponero) con manguitos largos, en piel curtida al cromo.
- Guantes dieléctricos homologados clase II (1 000 V).
- Botas de seguridad dieléctrica, con refuerzo en puntera de "Akullón".
- Botas de seguridad sin refuerzos para trabajos en tensión.
- Cinturón de seguridad anti caída con arnés clase C y dispositivo de anclaje y retención.

La ropa de trabajo cubrirá la totalidad del cuerpo y como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:

- Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección.
- Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.
- Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.
- Dado que los electricistas están sujetos al riesgo de contacto eléctrico su ropa de trabajo no debe tener ningún elementometálico, ni se utilizarán anillos, relojes o pulseras.

5.3. Medidas preventivas de tipo general.

5.3.1. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras.

Se aplicaran siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

A. Ámbito de aplicación

Será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

B. Vías y salidas de emergencia

- Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer libres de obstáculos y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
- En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.
- Las vías y salidas específicas deberán señalizarse conforme al R.D.485/97.
- Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.
- En caso de avería del sistema de alumbrado las vías de salida y emergencia deberán disponer de iluminación de seguridad de la suficiente intensidad.

C. Detección y lucha contra incendios

Según las características de la obra y del número de personas trabajando, se dispondrá de un número suficiente de dispositivos contra incendios y, si fuerenecesario, detectores y sistemas de alarma. Dichos dispositivos deberánrevisarse y mantenerse con regularidad.

D. Primeros auxilios

- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.
- Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

6. Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra.

6.1. Vigilancia de la salud.

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (ley 31/95 de 8 de Noviembre), en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo que solo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo

sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo. Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El R.D. 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en su art. 37.3 que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

7. Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar las obras.

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa consus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

En Autol, a 9 de junio de 2020



Fdo: Marcos Muñoz Pérez

3. PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.PLIEGO DE CONDICIONES SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

1. Objeto y generalidades.	125
2. Legislación aplicable.....	125
3. Responsabilidades.....	126
4. Ejecución de la obra.	126
4.1. Pasos para la ejecución de la obra.	127
4.2. Comienzo de la obra y plazo de ejecución.	127
4.3. Obras complementarias.	127
4.4. Obra defectuosa.....	127
4.5. Recepción de la instalación.	127
4.6. Conservación de la instalación.....	128
4.7. Medios auxiliares.	128
4.8. Libro de órdenes.	128
4.9. Libro de incidencias.....	128
5. Modificaciones del proyecto.	128
6. Diseño.....	129
6.1. Orientación, inclinación y sombras.	129
6.2. Dimensionado del sistema.	129
7. Componentes y materiales.	130
7.1. Generalidades.	130
7.2. Módulos fotovoltaicos.	130
7.3. Acumuladores.	131
7.4. Reguladores de carga.	132
7.5. Inversor.	133
7.6. Cargas.....	134
7.7. Cableado.....	135
7.8. Protecciones y puesta a tierra.....	135
8. Mantenimiento.	135
8.1. Aspectos generales.....	135
8.2. Mantenimiento de los componentes de la instalación.....	137
8.2.1. Inversores.....	137
8.2.2. Reguladores.....	137
8.2.3. Acumuladores.	137
8.2.4. Cableado y canalizaciones.....	137
8.2.5. Protecciones.....	138
8.2.6. Puesta a tierra.	138

8.2.7. Paneles solares.....	139
9. Garantía.....	139
9.1. Ámbito general.....	139
9.2. Plazos.....	139
9.3. Condiciones económicas.....	139
9.4. Anulación de la garantía.....	140
9.5. Lugar y tiempo de la prestación.....	140

1. Objeto y generalidades.

El objetivo del presente documento, es indicar las características mínimas que debecumplir la instalación. Además pretende servir de guía a la empresa instaladora y fabricantes,describiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir esta instalación para asegurar unacierta calidad, en beneficio del usuario.

El ámbito de la aplicación del pliego de condiciones hará objeto a la instalación, atodos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la vivienda rural.

En determinadas situaciones se podrán adoptar, por la propia naturaleza de cadasituación diferentes soluciones a las mencionadas en este pliego de condiciones técnicas,siempre que quede justificada su necesidad y que no implique una disminución de lasexigencias mínimas de calidad.

Este pliego de condiciones técnicas, está asociado a las líneas de ayuda para lapromoción de la energía solar en el ámbito del plan de energías renovables.

Este documento garantizara lo siguiente:

- Asegura la continuidad del suministro.
- La calidad y durabilidad de la instalación.
- La instalación sea segura para los usuarios.
- Que cumpla la normativa vigente en el ámbito de las energías renovables.
- Promoción de las energías renovables como fuente de energía alternativa.

2. Legislación aplicable.

Las leyes y normativas en las cuales se basa el presente proyecto, y por las cuales se definirán las características técnicas de los elementos de la instalación y la calidad mínima de la misma son las siguientes:

- Ley 54/1997 de noviembre del sector eléctrico (BOE no285 de 28/11/1977)
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones aisladas publicado por el IDAE.

En cuanto al ámbito de seguridad y salud para el desarrollo de la obra, la legislación esla siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- Real decreto del 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real decreto 485/97 del 14 de abril; disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real decreto 1407/1992 modificado por el real decreto de 159/1995, sobrecondiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual- EPI.
- Real decreto 773/1997 del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.

- Real decreto 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real decreto 1435/1992 modificado por el real decreto 56/1995, dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las maquinas.
- Real decreto 1495/1986 modificada por el real decreto 830/1991, aprueba el reglamento de seguridad en las maquinas.
- Real decreto 1316/1989, del ministerio de relaciones con las cortes y de la secretaria del gobierno. 27/10/1989 Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real decreto 245/1989 del ministerio de industria y energía. 27/02/1989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del ministerio de industria y energía. 17/11/1989. Modificación del real decreto 245/1989, 27/02/1989.
- Orden del ministerio de industria, comercio y turismo. 18/07/1991 modificación del anexo I del real decreto 245/1989, 27/02/1989.
- Real decreto 711/1992 del ministerio de industria, 31/01/1992. Se amplía el ámbito de aplicación del real decreto 245/1989, 27/02/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del ministerio de industria y energía. 29/03/1996. Modificación del anexo I del real decreto 245/1989.
- Real decreto 487/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

3. Responsabilidades.

Durante la ejecución de la obra, el responsable de la instalación será la persona designada por la empresa instaladora.

No tendrá derecho a la indemnización por el mayor precio que pudieran costar los materiales ni por fallo en el presupuesto presentado al cliente.

El coordinador de seguridad y salud designado por la empresa encargada de la instalación será el responsable directo de todos los accidentes que puedan surgir durante la ejecución de la obra, ya que su función principal es que se cumplan las normas de seguridad y salud presentadas en el documento "Estudio de seguridad y salud".

4. Ejecución de la obra.

La instalación solar fotovoltaica tendrá que ubicarse en los espacios indicados para la misma.

El director de la obra tendrá que indicar todos los puntos necesarios para ejecución de la obra en presencia del encargado por la empresa instaladora.

La empresa contratada para la ejecución de la obra será la encargada de suministrar todos los materiales indicados en el presupuesto para la correcta ejecución de la obra.

Todos estos materiales serán de primera calidad, tal y como se deberá dejar constancia en el momento de firmar el acuerdo entre la empresa instaladora y el usuario.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, la empresa contratada obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al director técnico de la obra, quien decidirá qué hacer.

En ningún caso se suplirá la falta de material sin indicarlo previamente.

4.1. Pasos para la ejecución de la obra.

Los pasos para la ejecución de la obra serán los siguientes:

- Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre techo de la vivienda.
- Montaje de los elementos solares dentro del cuarto habilitado para tal fin.
- Colocación del cableado y su correspondiente conexionado.

4.2. Comienzo de la obra y plazo de ejecución.

El comienzo de la obra será el estipulado por la empresa instaladora y el propietario de la instalación final.

El plazo de ejecución de la obra también será el estipulado previamente por ambas partes.

En caso de que no se cumplan los plazos de comienzo o de ejecución, el propietario de la instalación será indemnizado por el retraso en lo acordado.

4.3. Obras complementarias.

La empresa contratada para la realización de la obra deberá de realizar una serie de actividades previas antes de empezar a realizar la instalación fotovoltaica, con el fin de facilitar y hacer más cómodo el futuro trabajo.

Este tipo de obras no producirá ningún cambio en el presupuesto presentado por la empresa contratada.

4.4. Obra defectuosa.

Cuando la persona que haya contratado la obra halle alguna cosa en particular que no se ajuste con el presente proyecto, esto se le comunicará al director de obra, el cual tomará las medidas necesarias para satisfacer la demanda del propietario, ya sea mediante un acuerdo económico, o bien con la sustitución de dicho elemento por otro, ampliando o no el plazo de entrega provisional de la instalación.

4.5. Recepción de la instalación.

Una vez terminada la obra, se procederá a una recepción de obra provisional, la cual no se hará del todo efectiva hasta pasar una serie de pruebas técnicas que indiquen tanto el buen funcionamiento de la misma, como el cumplimiento de los aspectos de seguridad y salud necesarios para evitar accidentes que pongan en peligro la integridad de los usuarios de la misma.

Las pruebas mínimas a realizar por la empresa instaladora para llevar a cabo la entrega final de la obra será:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema. La instalación tendrá que estar funcionando un mínimo de 240 horas seguidas sin interrupciones ni fallos.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente en las baterías.

Al finalizar la obra, el instalador entregará al propietario de la instalación un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación.

Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada uno un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en castellano.

La empresa instaladora estará obligada antes de retirarse de la instalación de realizar una limpieza de las zonas ocupadas y una retirada de la obra del material sobrante.

4.6. Conservación de la instalación.

La empresa contratada por el propietario de la instalación, se verá obligado a mantener en buen estado los elementos que se encuentren en esa instalación y los que se vayan instalando hasta la fecha de recepción de la instalación provisional.

Si algún trabajador de la empresa contratada provocara algún daño sobre algún elemento de la instalación, este deberá de ser repuesto por parte de la empresa instaladora.

4.7. Medios auxiliares.

Se consideraran medios auxiliares, a todos aquellos equipos o maquinas necesarias para la correcta ejecución de la obra, tales como son grúas, andamios, camiones basculantes, grupo electrógeno, etc.

Todos estos medios auxiliares correrán a cuenta de la empresa contratada sin modificar el precio del presupuesto acordado inicialmente.

4.8. Libro de órdenes.

El encargado de la obra dispondrá de un libro de órdenes para indicar las instrucciones necesarias para la correcta interpretación del proyecto y de las contingencias que se produzcan en las obras.

El encargado de la obra asumirá la interpretación técnica de las mismas y que, según la ley se deben seguir para mantener un cierto grado de calidad y seguridad mínimas.

4.9 .Libro de incidencias.

El coordinador de seguridad y salud designado por la empresa instaladora, tendrá que disponer de un libro de incidencias, en el cual se anotaran todos los accidentes y el motivo de los mismos, así como las penalizaciones a los trabajadores por alguna falta en el ámbito de seguridad y salud.

5. Modificaciones del proyecto.

La empresa contratada para la realización de la obra, estará obligada a realizar las modificaciones pertinentes del proyecto inicial, siempre y cuando no varíen del presupuesto inicial de un 15%.

La valoración de la modificación se calculará a parte del proyecto principal y se hará una comparativa para ver en cuanto difiere del proyecto inicial.

6. Diseño.

6.1. Orientación, inclinación y sombras.

Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distinta a las óptimas, en el periodo de diseño no serán superiores a los valores especificados en la esta tabla:

Perdidas de radiación del generador	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

En la instalación no existe ningún elemento que proyecte sombra sobre los paneles fotovoltaicos, por tanto se tomara como valor máximo permitido el del primer apartado de la tabla anterior.

En aquellos casos en los que por razones justificadas no se cumpla lo expuesto en la anterior tabla se evaluarán las pérdidas totales de radiación.

6.2. Dimensionado del sistema.

Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este pliego de condiciones.

Se realizará una estimación aproximada de consumo según las necesidades de la instalación.

Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido para cubrir las necesidades de consumo según lo estipulado.

La empresa instaladora podrá elegir el tamaño del generador y de los acumuladores en función, de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar.

El tamaño del generador será como máximo un 20% superior a la potencia requerida para satisfacer la necesidad calculada anteriormente.

Como norma general, la autonomía mínima en sistemas con acumulador será de tres días para invierno y 1 día para verano, dependiendo de los meses. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido.

7. Componentes y materiales.

7.1. Generalidades.

Todas las instalaciones tienen que cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la legislación aplicable.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos.

Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano.

7.2. Módulos fotovoltaicos.

Todos los módulos deberán de satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos fotovoltaicos.

Este requisito se justificara mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

El modulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizaran módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la memoria la justificación de su utilización.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreado parcial y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que el modulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catalogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquier de sus elementos así como falta de alineación de las células o burbujas en el encapsulante.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos que no se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos.

En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa de IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

7.3. Acumuladores.

Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.

Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador, no excederá en 25 veces la corriente de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor se justificará adecuadamente.

La máxima profundidad de descarga no excederá el 80% en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobrecargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no será superior al 60%.

Se protegerá especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

La capacidad inicial del acumulador será superior al 90% de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.

La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80% de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50% a 20°C.

El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

Cada batería o vaso deberá estar etiquetado al menos con la siguiente información:

- Tensión nominal.
- Polaridad de los terminales.

- Capacidad nominal.
- Fabricante y número de serie.

7.4. Reguladores de carga.

Las baterías se protegerán contra las sobrecargas y sobre descargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida. La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1%.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de $-4\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ a $-5\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ por vaso, y estar en el intervalo de $\pm 1\%$ del valor especificado.
- Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros como por ejemplo el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos de la línea de consumo.

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:

- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.
- Corriente en la línea de consumo: un 25% superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal, para sistemas de menos de 1kW y el 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores se justificará en la memoria.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4% de la tensión nominal, para sistemas de menos de 1kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1kW, incluyendo los terminales. Estos valores se

especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3% del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga serán distintas de las desconexiones, o bien estarán temporizadas para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Tensión nominal.
- Corriente máxima.
- Fabricante y número de serie.
- Polaridad y conexiones.

7.5. Inversor.

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija.

Para otros tipos de inversores se aseguraran requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de las mismas.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente en aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque, sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2% de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío.

El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la siguiente tabla:

Tipo de inversor		Rendimiento al 20% de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
Onda senoidal	$P_{NOM} \leq 500VA$	>85%	>75%
	$P_{NOM} > 500VA$	>90%	>85%
Onda no senoidal		>90%	>85%

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos la siguiente información:

- Potencia nominal.
- Tensión nominal de entrada.
- Tensión y frecuencia nominales de salida.
- Fabricante y número de serie.
- Polaridad y terminales.

7.6. Cargas.

Se recomienda utilizar electrodomésticos de alta eficiencia.

Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia. No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

En ausencia de un procedimiento de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro debe asegurar un encendido seguro al margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambiente previstas.
- La lámpara debe estar protegida cuando:
 - Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
 - La salida del balastro es cortocircuitada.
 - Opera sin tubo.
- La potencia de entrada de la lámpara debe estar en el margen de $\pm 10\%$ de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara debe tener una duración mínima de 5000 ciclos.
- Las lámparas deben cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

Se recomienda que no se utilicen cargas de climatización.

Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superiores a 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía. En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.

Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra la inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

7.7. Cableado.

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán una sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1.5% a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte de continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

7.8. Protecciones y puesta a tierra.

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

8. Mantenimiento.

8.1. Aspectos generales.

Una vez realizada la instalación, se debe llegar a un acuerdo de contrato para el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de todos los elementos de la instalación. Es preferible que este contrato de mantenimiento sea con la misma empresa instaladora que ha realizado el proyecto, pero se puede contratar otra empresa externa dedicada a tal fin.

En estos aspectos generales podemos diferenciar dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.

- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo constara de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación. Algunas de las actividades u operaciones que se deben de llevar a cabo son las siguientes:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: Situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructuras soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: Nivel de electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

Por otro lado tenemos el mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento es aquel que engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema durante su vida útil. Algunas de estas actividades son:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2 del pliego de condiciones del IDEA y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave de la instalación.
- La visita mencionada en el párrafo anterior, se refiere a que el instalador deberá de acudir en un plazo máximo de 48 horas, a la instalación si esta no funcionara, o en una semana si la instalación puede seguir funcionando incluso con esta avería.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

Todas las actividades referidas al mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, deben de realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de una empresa instaladora.

Todas las operaciones de mantenimiento, deben de estar registradas en un libro de mantenimiento.

8.2. Mantenimiento de los componentes de la instalación.

8.2.1. Inversores.

Algunas de las actividades que se pueden realizar para mantener los inversores, no difiere mucho de las especificaciones generales, siendo algunas de estas actividades a realizarlas siguientes:

- De forma visual revisar que las conexiones sigan bien hechas.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.
- Comprobar que no exista ninguna alarma de mal funcionamiento de la instalación.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Medición de eficiencia y distorsión armónica.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Si existiera acumulación de polvo o suciedad, limpiar bien los dispositivos.

8.2.2. Reguladores.

Los reguladores al ser también un sistema electrónico al igual que los inversores, algunas de las tareas a realizar serán las mismas. Dichas operaciones que se llevaran a cabo para mantener el regulador en buen estado durante su vida útil son las siguientes:

- De forma visual revisar que las conexiones sigan bien hechas.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Si existiera acumulación de polvo o suciedad, limpiar bien los dispositivos.

8.2.3. Acumuladores.

Los acumuladores es el elemento de la instalación solar fotovoltaica que mas mantenimiento requiere, debido a su composición química, pudiendo ser muy perjudicial para el resto de dispositivos si no se lleva un buen mantenimiento de estos elementos. Algunas de las actividades que se deben realizar para mantener los acumuladores son las siguientes:

- Control del funcionamiento de la densidad del líquido electrolítico.
- Inspección visual del nivel de líquido de las baterías.
- Comprobación de las terminales, su conexión y engrase.
- Comprobación de la estanqueidad de la batería.
- Medición de la temperatura dentro de la habitación.
- Comprobación de la ventilación.

8.2.4. Cableado y canalizaciones.

Para realizar el plan de mantenimiento del cableado con el fin de su simplificación se estudiara por zonas.

Cuadros de conexión:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual del buen estado del cuadro o caja de conexión, con el fin de conservar sus propiedades de estanqueidad.
- Inspección visual de las señales de los cables y de las señales de advertencia.

Conexión entre módulos:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual de que los módulos están conectados correctamente, de acuerdo con el presente proyecto.

Canalizaciones:

- Comprobar el buen estado del conducto o canalización.
- Comprobar que los conductos no estén obstruidos por cuerpos extraños y de ser así, eliminar esta obstrucción.
- Comprobar el buen aislamiento de los cables que circulan por cada uno de ellos.
- Asegurarse de que por cada canalización va el circuito correcto, cumpliendo lo expuesto en el presente proyecto.

8.2.5. Protecciones.

Las protecciones son otro de los puntos clave de la instalación, debido a que un fallo en estos elementos puede provocar un daño material o poner en peligro la integridad de los usuarios de la instalación. Por tanto algunas de las actividades que se deben llevar a cabo para que esto no ocurra son las siguientes:

- Control del buen funcionamiento de los interruptores.
- Inspección visual del buen estado del conexionado.
- Control del funcionamiento y de actuación de los elementos de seguridad y protecciones como fusibles, puestas de tierra e interruptores de seguridad.
- Realización de pruebas en cada uno de los elementos de la instalación solar fotovoltaica, debido a que cada uno de ellos lleva incorporado una serie de protecciones.

8.2.6. Puesta a tierra.

Para asegurar una buena circulación de las corrientes de defecto a tierra, debemos de realizar el mantenimiento de esta parte de la instalación. Las actividades para tal fin que se deben realizar son las siguientes:

- Revisión anual en la época en el que el terreno se encuentre más seco.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra.
- Medición de la resistividad del terreno.
- Comprobación de la continuidad de la instalación a tierra.
- Comprobación de todas las masas metálicas a tierra.
- Revisión cada 5 años de los conductores de enlace del electrodo con el punto de puesta a tierra.

8.2.7. Paneles solares.

Con objeto de un rendimiento óptimo de la instalación el buen mantenimiento de los generadores fotovoltaicos es imprescindible. Para tal fin se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Se realizará una inspección visual de la limpieza de estos paneles. En caso de que la acumulación de polvo y suciedad sea elevada, se realizará una limpieza de la superficie.
- Inspección visual de posibles deformaciones, oscilaciones y estado de la conexión a tierra de la carcasa.
- Realización de un apriete de bordes y conexiones y se comprueba el estado de los diodos de protección o anti retorno que eviten el efecto isla, explicado con anterioridad en la presente memoria.
- Realización de una medición eléctrica para comprobar el rendimiento de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones, indicios de corrosión en las estructuras y apriete de los tornillos.

9. Garantía.

9.1. Ámbito general.

Así pues sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquier de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

9.2. Plazos.

Se garantizará el buen funcionamiento de la instalación durante 10 años para todos los materiales utilizados y para el montaje.

Si hubiera que interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

9.3. Condiciones económicas.

La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra.

Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación, podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por si mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

9.4. Anulación de la garantía.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque solo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

9.5. Lugar y tiempo de la prestación.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicara fehacientemente al suministrador.

Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicara al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararan en su lugar de ubicación por el suministrador si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y cargo del suministrador.

El suministrador realizara las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizara de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

En Autol, a 9 de junio de 2020



Fdo: Marcos Muñoz Pérez

3.2.PLIEGO DE CONDICIONES SISTEMA SOLAR TERMICO.

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES SISTEMA SOLAR TÉRMICO

1. Introducción.	143
2. Procesos previos al inicio de la instalación.	143
3. Provisión del material.	145
4. Fases del proceso de montaje.	147
5. Puesta en marcha de la instalación.	149
5.1. Introducción.	149
5.2. Operaciones de puesta en marcha de la instalación.	149
5.3. Pruebas de recepción.	152
6. Aislamiento de la instalación.	153
7. Entrega de la instalación.	153
8. Mantenimiento preventivo.	155
8.1. Mantenimiento u operaciones a realizar por el usuario.	155
8.2. Mantenimiento a realizar por personal especializado.	156
8.3. Operaciones de limpieza o mantenimiento no regulares.	158
9. Localización y reparación de averías.	159
9.1. Conceptos generales.	159
9.2. Averías más frecuentes en los sistemas solares de bajas temperaturas.	159
9.3. Deterioro y degradaciones de inmediata reparación.	163
9.4. Operaciones de revisión de componentes del circuito.	163
9.5. Desmontaje de un colector.	164

1. Introducción.

Tan importante como pueda ser la correcta elaboración del proyecto y de todos los procesos de cálculo que éste comprenda, es la perfecta ejecución de la instalación, en cada una de sus diferentes etapas.

El instalador, como responsable de la misma, ha de tener en todo momento un esquema de trabajo claro y definido, respetando el orden secuencial de cada una de las operaciones a realizar. Ha de trabajar de forma sistemática, de acuerdo con un programa previamente establecido y nunca improvisado sobre la marcha. Sólo de esta manera logrará que su labor sea eficiente, consiguiendo a la vez un ahorro de tiempo y mano de obra que puede ser determinante para poder ofrecer presupuestos competitivos.

En este Pliego de Condiciones se describen los diferentes pasos que el instalador o empresa instaladora debe seguir en la completa realización de la obra, teniendo en cuenta que en ella intervienen a menudo distintas personas, desde peones técnicos especialistas, cuyo trabajo habrá que coordinar y dirigir.

2. Procesos previos al inicio de la instalación.

Una vez obtenida la conformidad del cliente, y habiéndose fijado de común acuerdo por ambas partes una fecha para el comienzo y la conclusión de los trabajos (que debe admitir un cierto margen, para cubrir posibles imprevistos), el instalador deberá planificar todo el proceso de montaje, tratando de prever hasta el más pequeño detalle, desde la posible necesidad de contratación de personal eventual hasta el acopio del material, que puede ser suministrado por el cliente o aportado por el propio instalador.

Suponemos que previamente, para poder dar presupuesto de la instalación y comprometerse con el cliente, el instalador o empresa instaladora habrá tenido que estudiar concienzudamente el mismo, sopesando las posibles dificultades de realización y habiendo efectuado las aclaraciones necesarias.

Por tanto, conociendo el instalador de las exigencias contenidas en el proyecto y de las características propias de la instalación, así como la de todos los productos y materiales que intervienen en la misma, puede comenzar a trabajar sobre planos, tomando medidas, y realizando un primer esquema de lo que va a ser el proceso de la instalación.

No obstante, en cuanto el estado de la construcción, si se trata de edificación nueva, permita visitar la obra, o inmediatamente si el edificio está ya construido, lo primero que ha de hacer el instalador es personarse en el lugar, y comprobar in situ lo que ya conoce por los planos del proyecto.

A veces surge en plena obra la necesidad de variar la ubicación prevista de los colectores, debido a la presencia de un obstáculo no previsto, o de modificar algún aspecto de la instalación. En cualquier caso es preciso consultar siempre con el autor del proyecto, con el cual el instalador ha de mantener contacto permanente mientras dure la obra.

Así, la ubicación de los colectores en los tejados deberá evitar los puntos más altos y desprotegidos del viento y aquellos lugares (rincones desfavorablemente orientados) donde haya riesgo de que se formen vórtices y remolinos, que hagan que la velocidad con la cual el aire lame a la cubierta sea mayor que la esperada considerando las condiciones de viento medias, aumentando las pérdidas por convección y haciendo bajar el rendimiento previsto.

También, y siempre que ello sea posible, se tratará de evitar que los colectores sean accesibles desde el exterior al lanzamiento de piedras, ocultándolos a la vista.

En la primera visita se efectuarán las medidas necesarias, comprobando el espacio disponible para ubicar los colectores, teniendo en cuenta la distancia mínima que debe dejarse entre hileras. También se medirá el cuarto donde se instalará el acumulador, asegurándose que sus dimensiones son suficientes para permitir que el montaje se efectúe con comodidad.

Normalmente las obras de infraestructura de albañilería (base de hormigón, bancadas, etc.) deben efectuarse por el constructor de la obra civil, y no por el instalador de energía solar. Éste ha de comprobar que todo está correctamente terminado para acomodar la instalación solar propiamente dicha.

En el local donde vayan a instalarse los acumuladores, cambiadores, bombas, etc., deberá existir un sumidero sifónico.

Mediante tiza o cualquier otro procedimiento que haga fácil la posterior eliminación de las marcas efectuadas, se puede proceder a señalar todo el trazado de las tuberías y derivaciones, marcando los puntos de sujeción, comprobando al mismo tiempo la solidez de los paramentos sobre los que han de disponerse.

En definitiva, se inspeccionarán, tomando debida nota, todos aquellos lugares, exteriores e interiores, afectos a la instalación que se pretende ejecutar, comprobando que todo está dispuesto y en orden, limpio de escombros que dificulten los trabajos.

Los operarios deberán ir adecuadamente protegidos, provistos de casco, guantes apropiados para el manejo de tuberías y calzado de seguridad. Los soldadores llevarán delantales de material resistente a las chispas y al calor irradiado, y utilizarán pantallas y gafas con vidrio de protección.

Cuando sea necesario se utilizará cinturón de seguridad y, en general, se cumplirá lo dispuesto en las normas oficiales vigentes en materia de seguridad, en particular la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

En cuanto al material y herramientas necesarios para llevar a cabo una instalación solar, no se diferencian de los que se precisan para una instalación de fontanería o calefacción, por lo que cualquier profesional debe conocerlas perfectamente. Las herramientas deben disponerse en cajas portátiles.

Un equipo completo de herramientas debe incluir:

- Llaves fijas de todos los tamaños utilizados
- Llaves fijas de “boca de lagarto” para tubos
- Llaves ajustables o inglesas, normales y para tubos
- Llaves de cadena o de correa, para tubos de grandes diámetros
- Llaves hexagonales o llaves “Allen”
- Cortatubos para los materiales utilizados
- Sierras de arco de 18 dientes por pulgada en sus hojas
- Escariadores
- Navajas
- Alicates del tipo conocido como “de gasista”
- Alicates de “pico de loro” y graduables

- Alicates para fijación o “de agarre”
- Muelles para curvado de tubos de pequeño diámetro
- Enderezadores-dobladores
- Curvadoras para diversos materiales
- Hileras y terrajas, fijas o ajustables
- Machos de roscar
- Desatascadores de tuberías
- Tornillos de banco y trípodes
- Ensanchadores
- Martillos y mazas
- Cinceles
- Retacadores
- Destornilladores rectos y cruciformes
- Sacabocados
- Limas y escofinas diversas
- Taladradores, percutores y pistolas clavadoras
- Matrices para derivaciones y collarines
- Reglas, cintas métricas, lápices
- Calibradores
- Escuadras y niveles
- Cinta de teflón

Por supuesto, en una instalación determinada únicamente se hará uso de algunas de las herramientas de la lista anterior.

En el equipo de trabajo de soldadura se deberá incluir un extintor portátil de polvo químico seco o CO₂. Una vez finalizado el trabajo de soldadura es conveniente vigilar la zona, para cerciorarse de que no existe posibilidad de incendio latente.

El instalador deberá prever la posible necesidad de contratar medios mecánicos de elevación si los colectores han de montarse sobre un tejado o azotea que haga problemático su traslado manual.

Otro punto importante es la disponibilidad de energía eléctrica a pie de obra, ya que si no hubiera habría que preparar un equipo portátil de acumuladores y convertidor, para poder utilizar las herramientas eléctricas imprescindibles, como los taladradores, y poder trabajar en condiciones de escasa o nula iluminación natural.

3. Provisión del material.

Se deben elegir componentes de marcas acreditadas y, en su caso, productos homologados, que ofrezcan las máximas garantías posibles. Téngase en cuenta que el instalador es el primer responsable en caso de fallo de algunos componentes o productos de la instalación y éste ha de exigir a su vez al fabricante o distribuidor las garantías necesarias, las cuales deben quedar perfectamente especificadas y avaladas por escrito antes de confirmarse el pedido.

Es importante tener en cuenta la posible incompatibilidad de los distintos materiales, a fin de tomar las precauciones necesarias. La tornillería y piezas auxiliares estarán protegidas por galvanizado o zincado, o bien serán de acero inoxidable.

También es responsabilidad del instalador asegurarse de que la calidad del agua que va a utilizarse en la instalación es la adecuada.

Otro punto a tener en cuenta es el de asegurarse si el precio de los productos está incluido el de su transporte y, si es así, fijar el lugar de entrega que más convenga, el cual puede ser el almacén o taller del instalador o la propia obra.

La recepción en taller es preferible ya que se dispone de mayores facilidades para una revisión y eventual reposición de las piezas.

El transporte, sea por cuenta del proveedor de los productos o del propio instalador, siempre deberá quedar amparado mediante un seguro de transporte, que cubra posibles accidentes.

Tan pronto como se reciban los materiales deberá procederse a comprobar el buen estado de los mismos para poder efectuar las reclamaciones oportunas en caso, por ejemplo, de presentarse algún colector con la cubierta rota, cosa que sucede con cierta frecuencia.

En las partes de los equipos dañadas por roces durante el traslado o el montaje se aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

Se debe disponer de un lugar adecuado y seguro para almacenar los materiales y elementos de la instalación hasta el momento en que éstos vayan a ser utilizados.

El acopio de las tuberías se realizará por diámetros y el lugar escogido para su ubicación no será utilizado como paso de personas ni de vehículos. Los tubos estarán apilados en capas separadas por listones de madera, que dispondrán de calzos al final.

Cuando por malas condiciones meteorológicas o por otras causas deban suspenderse los trabajos, se retirarán los materiales o herramientas que puedan desprenderse.

Las zonas de trabajo estarán limpias y ordenadas. El material sobrante de las diferentes tareas se trasladará al almacén.

Especial atención deberá ponerse en la colocación de las cajas que contengan los colectores, por la especial fragilidad de la cubierta de vidrio. Es frecuente que los colectores sean suministrados en jaulas de maderas montadas sobre una base ("palette") adecuada para su traslado mediante "traspallet" o para su elevación con carretilla elevadora. Cada jaula contiene un cierto número de colectores, así que su peso es considerable, usualmente de varios cientos de kilogramos.

En el supuesto de que los colectores, una vez desembalados, deban ser dejados temporalmente a la intemperie, se colocarán con un ángulo mínimo de inclinación de 20° y máximo de 80°, con la cubierta de vidrio en la parte superior, evitándose siempre tanto la posición vertical como la horizontal.

Cuando los colectores se coloquen inclinados 20° ó 30°, se apoyarán independientemente entre sí. Si se colocan inclinados 70° u 80°, podrán descansar uno sobre otro correlativamente hasta llegar a un máximo de 10 colectores.

Se deberán proteger los colectores almacenados de la acción de los rayos solares que pueden hacer que el absorbente, en ausencia de líquido circulante, alcance temperaturas peligrosas para la integridad del mismo.

Esta precaución ha de hacerse extensiva a los períodos en que los colectores estén ya montados pero la instalación aún no se haya puesto en marcha. Las conexiones de los colectores o hileras deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Siempre es recomendable efectuar en el taller el ensamblado previo de los elementos de la instalación que ofrezcan esta posibilidad, pues es de suponer que se tendrán mayores facilidades que en la obra (manómetros, bombas, válvulas, etc.). A veces se dispone de una base de montaje o un panel rígido sobre el cual se montan un buen número de elementos y controles, como el vaso de expansión, filtro, bomba, centralita de control, interruptores, conexiones de sonda, etc. Y que se lleva a la obra, efectuándose en ella su conexión a las tuberías del circuito primario, quedando un conjunto compacto y estéticamente logrado.

En el caso de que el vidrio de los colectores no viniese de fábrica ya tratado, y si el presupuesto lo permite, se recomienda aplicar un tratamiento hidrofóbico (repelente al agua), que facilitará las limpiezas periódicas durante toda la vida del colector, al dotar a la superficie de la cubierta de vidrio una mayor resistencia a las manchas y a los arañazos, sin reducir la transmitancia solar de la misma. El proceso consiste en la deposición, mediante vapor aplicado con un aparato apropiado, de sustancias químicas que recubren la superficie del vidrio, adhiriéndose fuertemente a ella.

4. Fases del proceso de montaje.

Puede comenzarse por varias partes simultáneamente. Así, mientras se ensambla y se fija la estructura soporte de los colectores, otros operarios pueden proceder al tendido de las tuberías, montaje de las bombas, conexión del acumulador, etc. La última operación que se recomienda hacer es el montaje de los colectores, para que estén el menor tiempo posible recibiendo radiación sin que la instalación esté funcionando.

Es responsabilidad del instalador orientar perfectamente los colectores hacia el Sur geográfico, así como medir exactamente su inclinación y distanciar mínimamente entre las filas. Para ello efectuará las medidas necesarias y marcará los lugares exactos en donde se dispondrán las filas de colectores y los anclajes.

Una de las primeras fases de todo el proceso de la instalación es la preparación del anclaje para la estructura, operación que debe confiarse a un operario con experiencia en fijaciones similares. Especial cuidado se pondrá en proteger los pasos o perforaciones del tejado mediante un collarín estanco o un material aislante adecuado que impida penetrar el agua de lluvia.

El viento, cuando actúa sobre los colectores por su parte dorsal, puede crear importantes fuerzas de tracción sobre los anclajes, las cuales son las más peligrosas, por lo que habrá que utilizar tacos de expansión apropiados para resistir este tipo de fuerzas. Si la base de anclaje es de hormigón, se preferirán en general tacos de acero, no debiéndose nunca fijar en puntos próximos al borde.

Una vez fijada la estructura sobre los anclajes se procede a ensamblar las diversas piezas de la misma mediante soldadura o bien siguiendo las instrucciones del fabricante de los colectores. Terminada esta operación se protegerá toda la estructura con pintura apropiada, antes de dar la capa definitiva.

Recomendaciones para el montaje de los diversos componentes:

- Cada colector deberá poderse desmontar en caso de rotura o avería efectuando sobre los adyacentes el mínimo de operaciones.
- Para conexionar entre sí los colectores se utilizan accesorios metálicos, manguitos flexibles o tubería flexible, debiendo en los dos últimos casos emplear preferentemente accesorios especialmente concebidos para este tipo de conexiones.
- El montaje del resto de los componentes de la instalación (bomba, vaso de expansión, válvulas, etc.) no ofrece dificultad si se siguen las correspondientes instrucciones. Hay que prever un fácil acceso a cada elemento, con objeto de poder proceder a su mantenimiento cuando se precise, así como a su eventual desmontaje.
- Hay que procurar que las placas de características que lleven los equipos no permanezcan ocultas a la vista una vez montados éstos.
- Se recomienda no instalar ninguna válvula con su vástago por debajo del plano horizontal que contiene el eje de la tubería.
- Se recomienda disponer una tubería de derivación con sus correspondientes llaves, salvando aquellos elementos importantes que se puedan averiar y necesiten ser retirados para su reparación.
- No se instalará ninguna válvula de corte que pueda aislar válvulas de seguridad o vasos de expansión y que permita, al mismo tiempo, que el circuito protegido por estos elementos pueda estar bajo presión.
- En el punto más bajo de la instalación se dispondrá una válvula de vaciado, de forma tal que el eventual paso de líquido hacia el desagüe sea claramente visible.
- Los depósitos de expansión descansarán preferentemente sobre sus propios soportes de fijación, anclados en el suelo o en un paramento.
- Las bombas en línea se instalarán preferentemente en la zona menos caliente del circuito, aunque evitando el punto de cota más bajo del mismo. Se posicionarán con el eje de rotación horizontal, y el diámetro de las tuberías de acoplamiento no será inferior al de la boca de aspiración de la bomba.
- Cuando la potencia de las bombas sea superior a 700 vatios deberán instalarse manguitos antivibratorios.
- No hay que olvidar dotar a las bombas de tomas para medición de las presiones en aspiración e impulsión, así como de montar aguas arriba un filtro de malla o tela metálica.
- El termostato diferencial se instalará sobre un paramento u otro emplazamiento adecuado y a una altura tal que resulte cómodamente visible y manipulable.
- El sistema eléctrico y el cableado del mismo será instalado o revisado por un técnico electricista, siendo importante efectuar una adecuada toma de tierra. Las conducciones eléctricas no discurrirán nunca por debajo de las tuberías para no quedar expuestas a posibles derrames y, en cualquier caso, se distanciarán al menos 30 cm de éstas.
- Los purgadores y separadores de aire se situarán en el punto de mayor temperatura y menor presión del sistema (generalmente a la salida de los colectores), ya que en dicho punto el agua tiene una menor capacidad para disolver el aire que lleve, pudiendo aparecer microburbujas.
- Finalmente se efectuarán las conexiones a la fuente de energía auxiliar a la red de agua fría, y a la red de distribución o suministro.

5. Puesta en marcha de la instalación.

5.1. Introducción.

Al término del montaje de la instalación se inicia el proceso de puesta en marcha de la misma, lo cual implica realizar una serie de operaciones que son responsabilidad del instalador, toda vez que las instalaciones deben entregarse llenas de fluido y en marcha. Seguidamente es normal que la propiedad o las autoridades competentes exijan la realización de un conjunto de pruebas de recepción o comprobación del correcto montaje y funcionamiento de la instalación. En realidad no deben confundirse ambos aspectos. En todo caso las pruebas de recepción son necesarias para seguridad del propio instalador, con independencia de que alguien las exija.

5.2. Operaciones de puesta en marcha de la instalación.

- Limpieza y llenado de la instalación

Es conveniente realizar un primer llenado y drenaje de la instalación con dos objetivos:

- a) Realizar una limpieza de posibles depósitos de suciedad, virutas, etc., introducidas en el circuito durante el montaje.
- b) Detectar y corregir fugas. La operación puede aprovecharse para realizar la prueba de presión descrita más adelante.

Las operaciones de llenado se realizarán con la lentitud suficiente y de la parte más baja a la más alta, para eliminar las bolsas de aire que de otra forma podrían quedar dentro del circuito dificultando el buen funcionamiento del mismo, y abriendo los purgadores hasta que el fluido inicie la salida, en cuyo momento se cerrarán.

Una vez terminada la operación de llenado se pondrá en marcha el sistema y se tendrá recirculando el fluido un cierto tiempo, para que sean arrastradas las partículas de las tuberías, después de lo cual se vaciará, se procederá a corregir las fugas, si las hubiere, y a continuación se procederá al relleno definitivo de la mezcla de agua y anticongelante si la instalación lo llevase, de la misma manera en que se hizo el primer llenado.

En cuanto al drenaje de la instalación por averías o cambios, hay que tener previsto en la misma un depósito auxiliar de recogida de la mezcla agua-anticongelante, cuyo volumen sea un poco mayor que el volumen de líquido de circuito cerrado, que dado su coste no se debe despreciar.

Los procesos de llenado se describen con más detalle en los puntos siguientes:

- Proceso detallado de llenado y purga del circuito primario en instalación conectada a red con vaso de expansión cerrado
 - a) En instalaciones presurizadas por la red de suministro el circuito primario o de colectores será protegido por un reductor de presión, debiendo tarar éste a la presión necesaria para mantener la presión mínima en el punto más alto de este circuito. Deberá estar provisto de un purgador automático de aire colocado en el punto más elevado, el cual permanecerá abierto hasta la evacuación total del aire contenido en el circuito primario. Para tarar la presión del reductor de presión se cerrará la llave situada inmediatamente detrás, abriendo a continuación el paso de red, y fijando después mediante el tornillo de regulación la presión deseada.

- b) La válvula de seguridad se suele tarar a la presión máxima de trabajo de los colectores, que casi siempre es el elemento más débil del circuito primario.
- c) La purga de la bomba de circulación se abrirá antes de arrancarla.
- d) El vaso de expansión tendrá una presión en frío y en vacío, es decir, sin presión en el tramo que une a éste con la conducción principal, que normalmente será no inferior a 1.5 kg/cm², debiendo comprobarse dicho valor. El vaso de expansión se colocará en la aspiración de la bomba.
- e) Se comprobará que todas las llaves de paso se encuentran en su posición correcta de apertura o cierre.
- f) Una vez realizadas las operaciones anteriores se procederá a llenar y presurizar el circuito, realizándolo en frío para evitar los tapones de vapor originados por el recalentamiento en seco de los colectores.
- g) Una vez llenado y presurizado, cerrar las purgas de aire y seguir la línea comprobando que no hay fuga en ningún punto.

- Llenado con mezclas anticongelantes

En sistemas cerrados puede preverse una toma en la parte inferior del circuito para la introducción de la mezcla anticongelante, manteniéndola durante la operación de llenado abierta la válvula de purga situada en la parte alta del circuito. Para acelerar el proceso, en instalaciones grandes el instalador puede equiparse con una pequeña bomba portátil.

- Comprobación eléctrica de la instalación

- a) Poner en posición manual los interruptores de las bombas y resistencias. (Esta prueba puede realizarse cuando el sistema de control dispone de interruptores con tal posición).
- b) Todas las bombas de circulación se arrancarán con el correspondiente interruptor de accionamiento en posición manual. Este arranque se efectuará independientemente para cada bomba, comprobando el giro del motor y su tensión.
- c) En caso de bombas trifásicas se comprobará que el sentido de giro del motor es el señalado por el fabricante.
- d) En caso de bombas regulables, comprobar la posición del selector del caudal, de forma que éste sea máximo.
- e) Las válvulas se comprobarán midiendo la tensión que les llega, mediante la actuación sobre el control que las gobierna de forma manual, asegurándose que su posición de montaje es correcta.
- f) Comprobar que el fusible de protección de cada elemento es el adecuado.
- g) Se colocarán todos los interruptores de accionamiento en posición automático.
- h) Se arrancará cada una de las bombas, válvulas motorizadas y resistencias eléctricas, actuando sobre cada uno de los termostatos diferenciales o simples que las gobiernan.

i) Para arrancar un elemento actuado por un termostato diferencial, se cortocircuitará la sonda que represente la mayor temperatura.

- Ajuste del caudal de los circuitos

En los sistemas por bombeo el caudal del circuito primario se ajustará por el procedimiento siguiente:

a) La instalación de la bomba deberá incluir un par de manómetros (o un manómetro diferencial) situados a la entrada y salida de la misma, con un rango similar a la presión generada por la bomba (usualmente 0-4 kg/cm²).

b) Para facilitar la regulación del caudal se utilizarán preferentemente bombas con varias posiciones de velocidad. Cuando se utilicen bombas sin esta posibilidad, se instalará un by-pass con una llave de regulación que permita desviar hacia la entrada de la bomba parte del caudal; sin embargo, en este caso, no es posible conocer con precisión el caudal en el circuito, excepto cuando la llave de by-pass está totalmente cerrada.

c) Cuando se utilizan bombas regulables y con la instalación en marcha en la posición de regulación de la bomba dando mínimo caudal, se tomará la indicación de los manómetros, y con la diferencia de ambos valores ($P_2 - P_1$) se entrará en la curva de actuación de la bomba, proporcionada por el fabricante. Si el caudal es suficiente, el circuito está regulado, en caso contrario se pasará a la posición siguiente de regulación y se comprobará de nuevo el caudal. Siguiendo este procedimiento, se utilizará la posición de regulación de la bomba que proporcione el caudal más cercano al de diseño.

- Equilibrado de los circuitos

Al hacer el interconexionado de los colectores es necesario equilibrar la longitud de las tuberías de entrada y salida de los colectores, con el fin de que el recorrido del fluido sea el mismo para todos ellos y de esta manera funcionen en idénticas condiciones.

En la práctica, además de realizar la instalación de la forma que se ha indicado, suelen crearse a propósito pérdidas de carga adicionales con el fin de subsanar los errores de cálculo. Estas pérdidas de carga adicionales se crean por dos procedimientos:

a) El primero de ellos consiste en disminuir la sección de los conductos de entrada de los colectores por medio de una arandela. Este procedimiento es aplicable a aquellos casos en los que la pérdida de carga propia del colector es muy pequeña. El propio fabricante de los colectores es quien debe determinar el tamaño de la arandela que debe instalarse.

b) El segundo procedimiento consiste en instalar llaves de paso en la entrada y salida de las baterías de colectores y regular el paso del fluido hasta que la pérdida de carga medida en cada batería sea la misma para todas ellas.

Este segundo procedimiento tiene el inconveniente de ser más caro y laborioso que el primero, pero en cambio tiene la ventaja de que las mediciones se realizan sobre la propia instalación, consiguiéndose un mejor funcionamiento de ésta.

5.3. Pruebas de recepción.

- Prueba de estanqueidad

Con el fin de comprobar su estanqueidad, todas las tuberías y accesorios, deben probarse bajo una presión hidrostática no inferior a 1.5 veces la presión nominal del circuito.

El proceso de prueba se ajustará a la norma UNE 100.151 "Pruebas de estanqueidad en redes de tuberías".

La prueba se realizará en cualquier caso antes de aislar las tuberías y antes de que éstas queden ocultas por obras de albañilería.

Durante la prueba de presión estática, para conocer y establecer las presiones a que se ensaya cada componente, es necesario tener en cuenta las diferencias de presión debidas a la altura relativa de cada uno de ellos. Con sistemas grandes en edificios altos, con colectores en cubierta y el depósito en el sótano, estas diferencias pueden ser de gran importancia.

En todo caso la prueba se dirige fundamentalmente a la comprobación del montaje de tuberías, toda vez que los componentes vienen ensayados de fábrica. La presión de prueba debe ser inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad, si bien en ocasiones, a efectos de pruebas parciales, parte del sistema puede ser aislado cerrando válvulas de corte, como en el caso de grandes instalaciones.

Para la prueba lo normal es usar una bomba hidráulica de fontanería.

- Prueba de funcionamiento o calentamiento

No existe una prueba simplificada universalmente aceptada. A falta de una normalización con más fundamento, puede bastar como prueba de calentamiento verificar que en un día claro, sin efectuar consumos de agua, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al caer la tarde, obteniéndose una elevación correcta de la temperatura en el depósito.

La prueba puede acortarse reduciéndola a las tres o cuatro horas centrales del día, partiendo con agua fría en el tanque, debiéndose detectar un incremento de la temperatura en un día claro no inferior a 20° C.

- Prueba de circulación del fluido

La prueba consiste en alimentar eléctricamente las bombas, bien directamente o bien con accionamiento manual cuando éste existe, comprobando que entran en funcionamiento y que el incremento de presión indicado por los manómetros es el que corresponde, según la curva de actuación de la bomba, al caudal de diseño del circuito.

- Pruebas de accesorios

Conviene comprobar que las válvulas de seguridad funcionan y que sus tuberías de conexión a la atmósfera no están obstruidas. El proceso se realizará durante la prueba de presión del circuito, incrementando la presión delante de la válvula de seguridad hasta alcanzar un valor de 1.1 veces la presión de tarado, comprobando que la válvula abre.

Debe comprobarse que las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación actúan correctamente.

6. Aislamiento de la instalación.

Solamente después de finalizadas todas las pruebas y corregidas las posibles deficiencias se procederá al aislamiento de la instalación. Hay que tener en cuenta que una vez efectuado éste, si se observan fugas o cualquier otra anomalía que obligue a desmontar algunas piezas, esto exigiría también el levantamiento del aislante, con la consiguiente pérdida de tiempo. Así pues, es necesario dejar la operación del aislamiento para el final.

Algunas reglas básicas que han de aplicarse escrupulosamente si se desea que la ejecución del trabajo sea perfecta son:

- Utilizar herramientas en perfecto estado, especialmente cuchillos bienafilados y buenas brochas.
- El adhesivo ha de estar fresco.
- Las coquillas que muestran forma ovalada han de rajarse siempre por el lado más plano.
- Limpiar el material de posibles restos de aceite o agua, así como del polvo que ensucie su superficie.
- Aplicar medidas exactas.
- Las juntas a pegar entre coquillas deben estar siempre sometidas a presión, nunca a tracción.
- No se instalará jamás el aislamiento en elementos que estén en servicio. Realizado el aislamiento, no poner en servicio la instalación antes de haber transcurrido 36 horas, a fin de permitir el endurecimiento total del pegamento.
- El aislamiento flexible instalado a la intemperie se protegerá inmediatamente.

En cuanto a los productos que hay que preparar antes de proceder a la ejecución del aislamiento citaremos los siguientes:

- Adhesivo especialmente indicado por el fabricante del material aislante.
- Disolvente especial para el adhesivo, a fin de limpiar las superficies a pegar y las herramientas.
- Pintura protectora elástica. Es imprescindible en la intemperie y, al existir en diversos colores, juega también un papel decorativo.
- Pintura de protección anticorrosiva de cromato de zinc (para acero negro).
- Detergente para las pinturas protectoras.

Los adhesivos contienen soluciones agresivas. No se adhieren sobre asfalto, bitumen o minio, sino que tienden a disolverlos. Ha de emplearse alternativamente como antioxidante la imprimación de cromato de zinc.

El detergente debe ser compatible químicamente con el adhesivo, por lo que deberá usarse siempre las marcas recomendadas por el fabricante del aislamiento.

7. Entrega de la instalación.

Las últimas fases de la instalación, tras completar el aislamiento, suelen ser las de protección de las tuberías y accesorios expuestos a la intemperie con recubrimientos y pinturas especiales, o mejor aún con envolturas rígidas de aluminio, PVC o algún otro material apropiado.

El recubrimiento del aislamiento se ejecutará dejando amplio solapes para evitar el paso de la humedad. Las juntas se sellarán de forma que el conjunto quede impermeable e inalterable a la intemperie.

Aquellos tramos en que la tubería no precise aislamiento, como los ramales de suministro o distribución del agua fría, pueden dejarse acabados de diversas formas.

El cobre admite bien la pintura formando una superficie lisa. También se pueden dejar las tuberías pulidas, niqueladas o cromadas, aunque tales operaciones exigen su desmontado después de colocarlas, por lo que será necesario ensamblarlas con accesorios desmontables.

Si las tuberías van a quedar pulidas, han de ser desengrasadas con gasolina una vez finalizada la operación de pulido y revestidas, a pistola o pincel, con un barniz acrílico incoloro que garantice su conservación.

Una vez finalizadas todas estas operaciones, el instalador procederá a una última revisión final con la instalación en marcha, inspeccionando todas sus partes y comprobando su correcto funcionamiento.

Si todo funciona perfectamente, la instalación puede ser ya entregada a su titular o al contratista de la obra, quien firmará la correspondiente conformidad. Previamente deberán haberse cumplido todos los trámites y requisitos legales que pudieran existir y realizado las pruebas que el director de obra considerase pertinentes a entera satisfacción del mismo.

Antes de realizar el acto de recepción se efectuará una completa y cuidadosa limpieza de toda la instalación, retirando los restos de materiales que hayan quedado en los alrededores de la obra.

En el momento de la entrega de la instalación, el director de la obra hará también entrega al titular de la misma del Proyecto de Ejecución, en el que se relacionarán todos los equipos empleados indicando su marca, modelo, características y fabricante, con planos y esquemas. Además, el instalador habrá confeccionado un completo Manual de Instrucciones, que como mínimo deberá contener:

- Un esquema de la instalación en el que cada aparato sea fácilmente identificado.
- Instrucciones concretas de manejo y seguridad.
- Instrucciones sobre las operaciones de conservación y mantenimiento.
- Frecuencia y formas de limpiar los aparatos.
- Límites de dureza tolerados para el agua de alimentación de la instalación e instrucciones sobre el equipo de tratamiento del agua, cuando éste exista.

El Manual de Instrucciones deberá contener cuantas recomendaciones, consejos, límites de uso, etc. Sean convenientes para reconocimiento del usuario o del futuro encargado de la instalación.

En las instalaciones de cierta importancia debe dejarse una placa en la que, de forma indeleble, figure un esquema del funcionamiento de la instalación.

Una vez realizado el acto de recepción, la responsabilidad sobre el uso y mantenimiento de la instalación recae sobre la propiedad de la misma, sin perjuicio de las responsabilidades contractuales que, en concepto de garantía, hayan sido pactadas y que obliguen a la empresa instaladora.

En cualquier caso es una norma recomendable que el instalador, transcurridas una o dos semanas de uso pleno de la instalación, vuelva a realizar una inspección de la misma, para comprobar su correcto funcionamiento. En este plazo de tiempo el usuario o encargado de la instalación procurará recoger y anotar todos los datos posibles sobre su rendimiento, observando los valores indicados por los aparatos de medida, con el propósito de ayudar al instalador en la evaluación de los resultados de la instalación.

8. Mantenimiento preventivo.

Un mantenimiento adecuado es tan importante como un montaje correcto para la duración de una instalación solar y para obtener un adecuado servicio.

Sin embargo, en una instalación bien diseñada son pocos los aspectos que tienen una influencia vital en las actuaciones o la vida del sistema. Por el contrario, las instalaciones mal diseñadas o mal instaladas, o con componentes defectuosos, serán una fuente continua de problemas.

La correcta actuación de una instalación bien diseñada, depende fundamentalmente de que esté bien llena de agua y bien purgada. Si la instalación es por bombeo, el sistema de control debe estar bien calibrado, si bien es más difícil que falle el control que el que la instalación coja aire o pierda agua. Finalmente, si la instalación está situada en un lugar frío, con fuertes heladas, habrá que vigilar cuidadosamente el estado del anticongelante si la instalación tiene este sistema para prevenir la congelación del agua. No podemos olvidar que es un sistema poco seguro y que ha sido la causa de muchos problemas.

Otro aspecto es la duración del sistema y la previsión anticipada de averías a largo plazo, que un mantenimiento preventivo y sobre todo una inspección visual pueden aumentar y evitar, según el caso.

Por estas razones, vamos a dividir el mantenimiento del sistema en dos niveles:

- Mantenimiento u operaciones a realizar por el usuario.
- Mantenimiento a realizar anualmente por el instalador.

Finalmente y a modo de tercer nivel, podrían comentarse determinadas operaciones de mantenimiento o control, que un usuario interesado podría hacer con beneficio para la instalación, en cuanto a la actuación o la duración, pero que no pueden considerarse imprescindibles en absoluto.

8.1. Mantenimiento u operaciones a realizar por el usuario.

El usuario debe, imprescindiblemente, realizar dos operaciones de control y mantenimiento periódico.

- Comprobar periódicamente la presión del circuito, indicada por un manómetro situado en la parte baja del circuito, preferiblemente antes de la bomba.

La comprobación puede realizarse en frío, esto es, preferiblemente por la mañana temprano. Cuando la presión baja del valor establecido por el fabricante, que normalmente es de 1.5 kp/cm², en sistemas cerrados el usuario debe rellenar el circuito abriendo la llave de conexión a red. En sistemas con vaso de expansión abierto debe inmediatamente averiguarse la causa del fallo del sistema de relleno.

- Purgar periódicamente el sistema, eliminando la posible presencia del aire en los botellines de desaireación.

Es difícil establecer el período idóneo de revisión, pero, en todo caso, no parece que éste deba ser superior a un mes.

Por otro lado, el usuario debe conocer las operaciones mínimas necesarias para la actuación del sistema. En este sentido tenemos:

- a) Arranque y parada del sistema
- b) Operación de los termostatos de control de temperatura, cuando el sistema incluye energía auxiliar, calentamiento de espacios, piscinas o control de la temperatura de salida del agua.

8.2. Mantenimiento a realizar por personal especializado.

El mantenimiento se ha programado para realizarse anualmente, al principio del invierno. Las instalaciones solares funcionan por ciclos anuales, con las mayores temperaturas en verano y el peligro de congelación en invierno. El período de un año parece suficiente para una instalación bien diseñada.

- Operaciones imprescindibles de mantenimiento

- a) Control anual del anticongelante

El mantenimiento implica las operaciones de control de la proporción de anticongelante residual en el sistema y el relleno en caso necesario.

El control de la proporción de anticongelante puede efectuarse por dos procedimientos:

- Control de la densidad

El sistema se basa en medir la densidad de una muestra de anticongelante tomada, por ejemplo, abriendo un momento la válvula de seguridad y llenando un vaso de los normales de agua. Se comprobará que no existe una variación superior al 20% respecto a la medida tomada con una muestra de la mezcla anticongelante en las proporciones correctas. La variación se medirá respecto a las indicaciones del densímetro en agua limpia y en agua con la proporción correcta de anticongelante.

- Control visual

Se basa en la comparación entre el color de la mezcla correcta de anticongelante y agua y el color de la mezcla tomada en el momento en que se desea controlar el estado del anticongelante. Lógicamente el procedimiento se fía en la apreciación del observador y está sujeto a mayores errores. Sin embargo puede ser suficientemente exacto si se compara con muestras del anticongelante en diversas proporciones.

La adición de anticongelante puede realizarse vaciando una parte del agua del circuito, rellenando con anticongelante puro en la proporción adecuada, y completando con agua del circuito. Conviene accionar manualmente las bombas para lograr un mezclado adecuado.

Es aconsejable realizar la operación al principio del invierno, en previsión de las heladas y considerando que el verano es la época de mayores pérdidas de agua en los sistemas.

b) Comprobación de la presión y el llenado del circuito

La operación, ya descrita, se realizará al término del llenado con anticongelante, o como una operación independiente y de gran importancia en los sistemas sin anticongelante. En equipos pequeños, como los compactos unifamiliares, esta operación puede consistir en comprobar en frío que el sistema está lleno de agua.

c) Purgado del circuito

El purgado implica las operaciones:

- Comprobación de la presencia de aire en los botellines, actuando los purgadores manuales o automáticos. Es necesario comprobar que solo sale agua por el purgador.
- Cebado de las bombas. Esta operación se realiza con la bomba en marcha, desatornillado el tapón existente en la parte posterior del cuerpo de la bomba circuladora, presionando el eje, dejando salir el aire y cerrando el tapón nuevamente. El cebado termina cuando la indicación del manómetro de la bomba es correcta y la aguja no vibra.

d) Comprobación de la presión del aire del vaso de expansión cerrado

Con un manómetro manual se comprobará la presión del aire en vasos de expansión cerrados. La medida se realizará con el circuito frío y las bombas paradas, procurando cerrar las llaves de corte del lado de las bombas y del circuito anterior al vaso, de forma que éste quede aislado y eliminando la presión del circuito.

La presión del aire no debe ser inferior a 1.5 kp/cm², o la especificada por el instalador.

e) Calibración del sistema de control

Este es un punto de suma importancia en los sistemas por bombeo. Básicamente la calibración comprueba que el intervalo entre el punto de corte y activación del sistema de control por los sensores caliente y frío coincide con la diferencia prevista de temperaturas. El procedimiento concreto depende del tipo de sistema y se sale de los límites de este curso, debiendo ser indicado por el fabricante del control.

Se comprobará que los sensores están situados en su posición correcta y firmemente fijados.

f) Comprobación del funcionamiento automático de las bombas de la instalación

Se colocarán todos los interruptores de accionamiento en posición automática.

Se arrancará cada una de las bombas, válvulas motorizadas y resistencias eléctricas, actuando sobre cada uno de los termostatos diferenciales o simples que las gobiernan.

Para arrancar un elemento actuado por un termostato diferencial, se cortocircuitará la resistencia que represente la mayor temperatura.

- Inspecciones visuales y comprobaciones

El mantenimiento preventivo debe incluir los siguientes aspectos:

a) Comprobación del aislamiento; especialmente de las tuberías y accesorios situados a la intemperie. Debe repararse cualquier rotura del aislamiento o su protección que deje al descubierto la tubería o permita la entrada de agua de lluvia. La pintura protectora de los aislamientos, tipo espuma de foam, debe cubrir correctamente el material.

b) Inspección visual detallada de los colectores, siendo especialmente importante los siguientes aspectos:

- Comprobación de la estanqueidad del colector al agua de lluvia. La presencia de agua de lluvia debe ser controlada y evitada, ya que constituye el mayor peligro para la vida del colector.
- Rotura de la junta del cristal del colector. El deterioro de las juntas normalmente implica materiales inadecuados.
- Juntas de las salidas de las conexiones del colector y el cofre en mal estado.
- Caja del colector deformada; las deformaciones de la caja del colector conducen a la rotura del cristal.
- Deformación del aislamiento interior; normalmente implica la entrada de agua en el colector.

c) Se actuará sobre todas las válvulas manuales, de corte, llenado, vaciado y purga, comprobando su funcionamiento.

d) Se comprobará que las válvulas manuales de seguridad funcionan y que las tuberías no están obturadas y en conexión con la atmósfera.

e) Se comprobará que el ruido de las bombas es normal.

f) Se comprobarán los filtros de la instalación.

8.3. Operaciones de limpieza o mantenimiento no regulares.

Determinados aspectos, como el polvo o suciedad sobre el colector, pueden tener una importancia relativa según, por ejemplo, el lugar. En el caso de la suciedad no suele afectar al rendimiento en más de un 5%, y basta con las lluvias para reducir su efecto, pero puede ser aconsejable su limpieza periódica. En cualquier caso no debe incluirse este aspecto, y otros similares, en el mantenimiento periódico, y dejarlo al buen entender del usuario.

Es aconsejable, sin embargo, especificar el procedimiento, porque un lavado a presión del cristal del colector puede ser mucho más peligroso que el polvo.

Algunas operaciones de este tipo son:

- El propietario o usuario se asegurará que el colector y el acumulador están siempre correctamente llenos de agua.
- Durante los períodos en que el sistema solar de agua caliente no está en funcionamiento y cuando no haya otra alternativa para limitar la temperatura del agua incorporada, deberá cubrirse el colector con el fin de minimizar la corrosión y la formación de sales en los tubos del absorbedor. Cubrir el colector es también recomendable durante los largos períodos en que el consumo de agua es mínimo.
- En áreas extremadamente sucias, tales como ciudades mineras, áreas sujetas a lluvia de polvo, o lugares adyacentes a fábricas que producen polvo, la cubierta transparente del colector deberá ser lavada con agua limpia al menos cada tres meses, si durante

este período no ha llovido. Cubiertas deterioradas o rotas deberán ser sustituidas inmediatamente por el servicio de mantenimiento.

- Las sombras producidas por arbustos y árboles deberán ser comprobadas anualmente en verano e invierno, y si fuese preciso se recomienda una acción correctiva, por ejemplo, podando o cortando.
- La sombra proyectada por edificios de nueva construcción deberá ser tenida en cuenta, y si afectara a algunos colectores, sería necesario colocarlos en otro lugar.
- Es conveniente una rutinaria inspección de las juntas en la cubierta de cristal del colector, así como una inspección general de las demás juntas, para asegurar la estanqueidad de la instalación.
- Es aconsejable una rutinaria inspección ocular de la superficie del absorbedor. En el caso de un deterioro significativo de dicha superficie, el propietario o usuario acordará con el instalador, fabricante o sus agentes, hacer la necesaria reparación.
- Comprobar que las ventilaciones de las líneas de descarga y de drenaje de la instalación están limpias de obstrucciones y libres para operar en todo momento.
- Las válvulas de descarga equipadas con mando serán accionadas como rutina, un cierto número de veces y por breves instantes. El máximo período recomendado sin ser accionadas es de tres meses en lugares de aguas blandas. Estas operaciones serán más frecuentes en áreas donde los depósitos producidos por el agua sean considerados problemáticos.
- Comprobar los controles de temperatura del agua en el sistema de calentamiento suplementario.
- Asegurar los colectores contra daños y contra ciclones o heladas.

9. Localización y reparación de averías.

9.1. Conceptos generales.

Para el estudio del tema establecemos una diferencia entre averías del sistema, entendiendo por tal a los fallos capaces de impedir el funcionamiento del mismo o reducir de forma importante su rendimiento, y deterioros o degradaciones de la instalación, que si de forma inmediata no impiden el funcionamiento del sistema ni afectan a su rendimiento, en breve plazo pueden inutilizar la instalación, caso de no ser reparados.

9.2. Averías más frecuentes en los sistemas solares de bajas temperaturas.

La presencia de averías en el sistema es normalmente detectada con rapidez por el usuario a través de los siguientes síntomas:

- a) El rendimiento de la instalación baja apreciablemente o desaparece, esto es, con días soleados la temperatura del depósito solar sube poco o no sube, y el sistema de energía auxiliar, si lo hay, funciona excesivo tiempo.
- b) Aparecen fugas de agua en el circuito.
- c) El sistema de energía auxiliar no arranca y en días sin sol la instalación no calienta.
- d) Los recibos de energía auxiliar son excesivos.
- e) La instalación genera ruidos anormales; bien porque alguna de las bombas se hace demasiado ruidosa, bien porque se oye hervir el agua de los colectores.

Estos fallos de funcionamiento son la consecuencia de alguna de las siguientes averías:

- Las bombas no funcionan

Cuando con días soleados la temperatura del depósito solar no sube, debe comprobarse el funcionamiento de las bombas, accionándolas manualmente, si el sistema lleva esta posibilidad, o alimentándolas directamente. Es necesario entonces comprobar los siguientes puntos:

- Si alguna bomba no arranca en manual, deben realizarse las siguientes comprobaciones:
 - a) Comprobar si el suministro de la red es correcto.
 - b) Comprobar los fusibles de la bomba en el cuadro eléctrico.
 - c) Comprobar que la bomba no está atascada.
 - d) Comprobar los contactos eléctricos y el campo eléctrico.

Si la bomba continúa sin funcionar debe ser sustituida.

- Si las bombas arrancan en manual y dan presión, el sistema de control no funciona y deben hacerse las siguientes comprobaciones:
 - a) Comprobar que las sondas no están sueltas en sus respectivos alojamientos.
 - b) Comprobar los fusibles del sistema de control.
 - c) Asegurar que ningún terminal está suelto.
 - d) Comprobar la calibración del conjunto de control y las sondas. Si el control sigue sin hacer actuar las bombas, debe sustituirse la unidad de control y las sondas si fuera necesario.

- Baja presión en el circuito estando frío y parado

Una causa frecuente del bajo rendimiento de una instalación es la falta de agua en el sistema, bien por fugas en el circuito, bien por una falta de mantenimiento. La presión debe comprobarse estando fría el agua del circuito, por ejemplo al principio de la mañana, y con las bombas paradas. Si el manómetro situado en la parte baja del circuito señala presiones inferiores a las mínimas definidas en el diseño (normalmente 1.5 kp/cm² más la altura manométrica del sistema), es necesario realizar las siguientes comprobaciones:

- a) Comprobar el grupo de llenado cuando está en automático.

Estos grupos y la válvula anti-retorno fallan con gran facilidad.

En todo caso, y aunque el grupo funcione, es preferible dejar aislada la red del circuito primario mediante una válvula de corte y comprobar periódicamente la presión del sistema, rellenando con agua si fuera preciso.

- b) Si el circuito tiene vaso de expansión abierto y se observa baja presión, debe comprobarse el nivel en el vaso. Si es normal, debe mirarse si la tubería de unión al circuito está obturada. Si no hay agua en el vaso, comprobar la válvula deflotador.

c) Llenar y purgar el circuito. Observar si hay fugas de líquido.

Comprobar la presión del aire en el vaso de expansión si escerrado.

- Las bombas funcionan pero el caudal y la presión son insuficientes

Cuando se dan las siguientes condiciones:

- En días soleados el sistema no calienta suficientemente el depósito.
- Con el sistema parado y frío, el manómetro da una indicación normal de la presión del circuito.
- La bomba arranca en manual y automático.
- La presión proporcionada por las bombas no es suficiente y los manómetros fluctúan.

Deberán realizarse las siguientes comprobaciones:

- a) Comprobar que la posición del selector de velocidades de la bomba es la correcta.
- b) Purgar la bomba, comprobando una posible bolsa de aire en la misma.
- c) Determinar que la bomba funciona correctamente.

En caso necesario se sustituiría la bomba.

- Las bombas funcionan dando presiones altas y caudales bajos

Cuando se dan las siguientes condiciones:

- En días soleados el sistema no calienta suficientemente el depósito.
- Con el sistema parado y frío, el manómetro da una indicación normal de la presión del circuito.
- La bomba arranca en manual y automático.
- La presión proporcionada por la bomba del circuito primario o secundario es más alta de lo previsto, y consecuentemente, el caudal es más bajo.

Deberán realizarse las siguientes comprobaciones:

- a) Determinar el punto de funcionamiento de la bomba, pues esto nos indicará si el caudal se ha reducido a cero o en un cierto porcentaje.
- b) Si el caudal del primario o secundario se ha reducido a cero, existe una obstrucción al flujo en las tuberías, los colectores o el cambiador; debe abrirse el circuito y proceder a su limpieza.
- c) Si el caudal se ha reducido en el circuito primario, existe una obstrucción parcial en las tuberías, los colectores o el cambiador. Algunos indicios pueden ayudar a saber en qué caso estamos:
 - Tocando la superficie de los colectores, la presencia de altas temperaturas son indicios de bajos flujos de agua en algún colector.
 - Si la temperatura del cambiador de calor es igual a la entrada y a la salida, no está transmitiendo calor y estará sucio u obstruido en el otro circuito.

En caso necesario se procederá a efectuar una limpieza del circuito, de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los colectores y cambiadores de calor.

- Fugas de líquido en el circuito

La existencia de fugas en el circuito no inducen necesariamente a una reducción del rendimiento, si el sistema de rellenado funciona correctamente. En todo caso es necesario reparar de forma inmediata las fugas, especialmente en el primario, donde normalmente supone una pérdida de anticongelante e inhibidores.

- Funcionamiento excesivo de la válvula de seguridad

Cuando se detecta que la válvula de seguridad actúa con frecuencia e incluso permanece continuamente abierta, dejando fluir un pequeño caudal, deberán realizarse las siguientes comprobaciones:

- a) Comprobar la presión del aire del vaso de expansión cerrado.
- b) Comprobar si la válvula se queda abierta después de actuar.

En caso necesario se procederá a sustituir la válvula en el vaso de expansión.

- El quemador auxiliar de gas o fuel no arranca

Esta situación puede deberse a dos causas:

- Falta de presión de agua en la red de suministro.
- Avería del quemador

Este problema debe resolverse de acuerdo con las especificaciones del fabricante del quemador.

- Rotura del cristal del colector

Se procederá a su reparación inmediata, por personal especializado y de acuerdo con las especificaciones del fabricante para el caso.

- Rotura de la junta de la cubierta del colector o de las jaulas de salida de los tubos del colector

Se procederá a su reparación inmediata. Debe recordarse que la entrada de agua al colector es un punto de extrema importancia para la vida del mismo.

Se utilizará personal especializado y las especificaciones del fabricante.

- Rotura del material aislante, dejando acceso a tuberías o componentes

Se procederá a su reparación en el menor tiempo posible.

- Ruidos anormales en la bomba

Se procederá a comprobar el cebado del circuito y, si el ruido persiste, se desmontará y revisará la bomba.

9.3. Deterioro y degradaciones de inmediata reparación.

Deberá procederse lo antes posible a la reparación de los deterioros o degradaciones que a continuación se detallan, ya que estos problemas terminarían en breve plazo afectando gravemente al funcionamiento de la misma:

- a) Entrada de agua en el colector, entre el absorbente y el cristal, como consecuencia de una pérdida de la estanqueidad en la unión cobertura-carcasa o de las juntas de salida de tuberías. Este es quizás el más grave de los problemas.
- b) Rasgado, rotura o deterioro del aislamiento o su protección en la parte exterior del circuito.
- c) Deformación de la caja del colector por esfuerzos térmicos.
- d) Deformaciones de tendidos de tubería por tensiones térmicas.

9.4. Operaciones de revisión de componentes del circuito.

- Desbloqueo de bombas
 - a) Quitar el tapón que cubre el final del eje en la parte posterior de la bomba.
 - b) Hacer girar el rotor con la ayuda de un destornillador, introduciéndolo en la ranura que tiene el eje en su extremo, hasta que éste se suelte y la bomba gire.
 - c) Volver a montar el tapón u obturador de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

En caso de no girar el eje de la bomba debe procederse a su sustitución.

- Purgado de la bomba

La operación es la misma que la anterior, basta quitar el tapón de la parte posterior de la bomba, y con ésta en marcha dejar que salga el aire, cerrando el tapón cuando se observa que sale agua sin burbujas de aire y la indicación de los manómetros es correcta y sin pulsaciones.

- Determinación del caudal proporcionado por la bomba

Se seguirán los siguientes pasos:

- a) Con la bomba parada se anota la presión del circuito.
- b) Con la válvula de salida cerrada se arranca la bomba y se anota la presión de salida de la misma.
- c) La diferencia de las presiones determinadas en a) y b) corresponde a la altura manométrica de la bomba para caudal nulo.
- d) En la curva de actuación de la bomba se sitúa sobre el eje de ordenadas la presión calculada en c). Esta debe corresponder con la curva perteneciente a la posición seleccionada para la velocidad de rotación de la bomba. En caso contrario se traza por este punto una curva paralela a la de actuación prevista.
- e) Se abre la válvula de salida de la bomba y se anota la presión del manómetro.

f) La diferencia de las presiones anotadas en a) y e) corresponde al punto de funcionamiento. Esta presión se sitúa en la curva indicada en d) y se determina el correspondiente valor del caudal real de la bomba.

- Calibración del control

El proceso depende del tipo de control y debe ajustarse a las especificaciones del fabricante. El instalador únicamente establece el valor del salto diferencial de temperatura entre el colector y depósito para el arranque y parada de las bombas. Este valor, a falta de datos más concretos proporcionados por el fabricante de los colectores, puede fijarse entre 4 y 6 °C.

- Limpieza del circuito

a) Limpieza del cambiador de calor de placas

- Se abrirá el cambiador de acuerdo con las indicaciones del fabricante y procurando no deteriorar las juntas.
- Los depósitos formados sobre las placas se pueden limpiar con un cepillo y un chorro de agua caliente. No deben utilizarse cepillo de acero o estropajo de acero.
- Si la suciedad no desaparece, se tratará con una solución de sosa cáustica o una mezcla de agua y detergentes sintéticos. Después de la limpieza las placas se enjuagán cuidadosamente con agua fría.
- Los depósitos calcáreos pueden eliminarse golpeando suavemente la placa.
- Los depósitos que contienen silicatos cálcicos o magnésicos son difíciles de quitar. Pueden eliminarse tratando las placas frías durante 5-10 minutos por inmersión en una solución de ácido nítrico al 10%. Las placas se enjuagarán posteriormente. Finalmente, y para contrarrestar el ácido, las placas se lavarán con una disolución de carbonato sódico, solución de sosa y se enjuagarán con agua pura.

Debe cuidarse especialmente que el ácido no actúe sobre las juntas.

b) Limpieza de tuberías y colectores

- Se tratarán con agua a presión (inferior a la nominal del panel) y con disolventes normales para la limpieza de tuberías y accesorios de fontanería, cuidando de la compatibilidad del producto con las juntas y materiales del circuito.

9.5. Desmontaje de un colector.

A veces, reemplazar el colector es la forma más práctica de resolver una avería, sobre todo si ésta afecta al elemento absorbedor, ya que su reparación in situ es difícil y no hay seguridad de que quede perfectamente después de la intervención.

En los casos en que los colectores estén soldados entre sí, hay que cortar con una sierra para metales, poniendo especial cuidado en no dañar las boquillas de unión de los colectores adyacentes al dañado. Si los colectores están unidos por una pieza de unión soldada, hay que calentar con la llama para quitar, una vez efectuado el corte, el trozo de la pieza de unión que quede en la boquilla del colector sano, utilizando un protector de calor para evitar dañar las piezas de material delicado que puedan existir en las cercanías del orificio de la boquilla.

Al manejar el soldador, téngase muy presente que los glicoles y otros fluidos pueden arder si quedan expuestos a la llama. Siempre hay que drenar totalmente los colectores antes de proceder a eliminar las soldaduras, quitando asimismo los tapones de los purgadores, con una súbita llamarada en el momento de la desunión.

Si los colectores están unidos mediante manguitos de unión especialmente suministrados por el fabricante, hay que procurar mantenerlos intactos para el caso de que, por no encontrar fácilmente dichas piezas, haya que volverlos a emplear en el montaje del nuevo colector.

Si, una vez desmontado el colector averiado, optamos finalmente por reparar el absorbedor en taller, es imprescindible que, antes de volver a montarlo, lo sometamos a una prueba de presión durante al menos una hora, mediante aire a una presión igual a la de la válvula de seguridad de la instalación.

En Autol, a 9 de junio de 2020



Fdo: Marcos Muñoz Pérez

4.PRESUPUESTO.

ÍNDICE PRESUPUESTO

1. Presupuesto.....	168
1.1. Mediciones.	168
1.2. Cuadro de precios unitarios.	169
1.3. Presupuesto de ejecución material (PEM).	170
1.4. Presupuesto de ejecución por contrata (PEC).....	171

1. Presupuesto.

1.1. Mediciones.

		Cod	Ud	Nombre	Descripcion	Cantidad
1 Solar FV	1,1 Equipos	1,1,1	Ud	Panel Fotovoltaico ERA 340 wp y 38,5 V	Paneles fotovoltaicos policristalinos de 340 wp y 38,5 V de tensión nominal , encargados de generar la energía a partir de la radiación solar. Estos se encontraran en el tejado sur y estarán interconectados mediante 5 ramas de 2 paneles en serie cada una.	10
		1,1,2	Ud	Bateria Enersol 48V 895Ah	Batería 48V 895Ah Estacionaria 24 Vasos, acumulador del sistema FV	1
		1,1,3	Ud	Regulador SmartSolar 150V 100A	Controlador de carga SmartSolar MPPT 150/100-Tr	1
		1,1,4	Ud	Inversor Phoenix 48V 5kw	Inversor Phoenix 48V 5kw con una potencia pico de 10kw	1
	1,2 Cableado	1,2,1	m	Cable RZ1-K Flexible 1X 70 mm.	Cable dedicado a conectar el campo fotovoltaico con el regulador, y este con la batería y el inversor. RZ1-K Flexible 1X 70 mm.1000v Libre de Halógeno -CPR-	50
		1,2,2	Ud	Rollo cable 100mtrs 16 mm.	Rollo cable 100mtrs 16 mm. Flexible.Libre de Halógeno -CPR-	1
	1,3 Protecciones	1,3,1	Ud	Fusible 50A 14x51	Fusible 50A 14x51	2
		1,3,2	Ud	Fusible Cilindrico 125A 22X58	Fusible Cilindrico 125A 22X58	4
		1,3,3	Ud	Base portafusibles 50A 14X51	Base portafusibles 50A 14X51	2
		1,3,4	Ud	Base portafusibles cilíndricos 125A 22X58	Base portafusibles cilíndricos seccionable 125A 22X58	4
		1,3,5	Ud	Magnetotérmico Monofásico 32A	Magnetotérmico ABB Monofásico 32A C 6kA	1
		1,3,6	Ud	DIFERENCIAL 1P+NEUTRO 40A	DIFERENCIAL 1P+NEUTRO 40A 30MA	1
		1,3,7	Ud	Magnetotérmico Monofásico 25A	Magnetotérmico ABB Monofásico 25A C 6kA	4
	1,4 Cuadros	1,4,1	Ud	Caja automáticos superficie Hager	Caja automáticos superficie Hager 10 módulos VD110NE C/Puerta	1
	1,5 Puesta tierra	1,5,1	Ud	Caja Seccionamiento Tierra 1 salida con tapa transparente	Caja Seccionamiento Tierra 1 salida con tapa transparente	3
		1,5,2	m	Cobre desnudo 35mm2	Cobre desnudo 35mm2	10
		1,5,3	Ud	Pica Cobre 1 metros 100 micras	Pica Cobre 1 metros 100 micras	6
	1,6 Pequeño material	1,6,1	%	Pequeño material	Pequeño material	2%
	1,7 Mano de obra	1,7,1	h	Mano de Obra de 2 Obreros	Mano de obra para las tareas de adecuación, montaje, instalación y puesta en marcha del sistema. Seguridad social incluida.	16
		1,7,2	Ud	Juego de seguridad trabajo en altura	Alquiler de equipo doble para trabajo en altura, incluye: Guantes, Cascos, Cuerdas, arneses,	2
	1,8 Seguridad y prestaciones	1,8,1	Ud	Día Prestaciones y seguridad dos obreros	Pago obligatorio de prestaciones, seguro social, y seguro de riesgos laborales	2
2 Solar Termica	2,1 Equipos	2,1,1	Ud	Captador Solar ESCOSOL SOL 2800	Capt Solar ESCOSOL SOL 2800 XBA 2,8 m2	1
		2,1,2	Ud	Interacumulador Cv-500 M1P	Interacumulador de 500 L	1
		2,1,3	Ud	Bomba de recirculación Grundfos Alpha	Bomba de recirculación Grundfos Alpha caudal de 2,4m3/h	1
		2,1,4	m	Tubería de cobre de 20/22 mm	Tubería de cobre de 20/22 mm	20
		2,1,5	Ud	Caldera	Caldera de apoyo	1
	2,2 Valvulas, Aislamientos y pequeño material	2,2,1	%	Valvulas, aislamientos y pequeño material	Valvulas, aislamientos y pequeño material	8%
	2,3 Mano de obra	1,7,1	h	Mano de Obra de 1 Obrero	Mano de obra para las tareas de adecuación, montaje, instalación y puesta en marcha del sistema. Seguridad social incluida.	8
	2,4 Seguridad y prestaciones	1,8,1	Ud	Día Prestaciones y seguridad 1 obrero	Pago obligatorio de prestaciones, seguro social, y seguro de riesgos laborales	1

1.2. Cuadro de precios unitarios.

		Cod	Ud	Nombre	Descripción	Precio/ud
1 Solar FV	1,1 Equipos	1,1,1	Ud	Panel Fotovoltaico ERA 340 wp y 38,5 V	Paneles fotovoltaicos policristalinos de 340 wp y 38,5 V de tensión nominal , encargados de generar la energía a partir de la radiación solar. Estos se encontraran en el tejado sur y estarán interconectados mediante 5 ramas de 2 paneles en serie cada una.	111,9
		1,1,2	Ud	Bateria Enersol 48V 895Ah	Batería 48V 895Ah Estacionaria 24 Vasos, acumulador del sistema FV	5026,38
		1,1,3	Ud	Regulador SmartSolar 150V 100A	Controlador de carga SmartSolar MPPT 150/100-Tr	680
		1,1,4	Ud	Inversor Phoenix 48V 5kw	Inversor Phoenix 48V 5kw con una potencia pico de 10kw	1470,08
	1,2 Cableado	1,2,1	m	Cable RZ1-K Flexible 1X 70 mm.	Cable dedicado a conectar el campo fotovoltaico con el regulador, y este con la batería y el inversor. RZ1-K Flexible 1X 70 mm.1000v Libre de Halógeno -CPR-	7,04
		1,2,2	Ud	Rollo cable 100mtrs 16 mm.	Rollo cable 100mtrs 16 mm. Flexible.Libre de Halógeno -CPR-	136,2
	1,3 Protecciones	1,3,1	Ud	Fusible 50A 14x51	Fusible 50A 14x51	3,95
		1,3,2	Ud	Fusible Cilindrico 125A 22X58	Fusible Cilindrico 125A 22X58	1,85
		1,3,3	Ud	Base portafusibles 50A 14X51	Base portafusibles 50A 14X51	8,97
		1,3,4	Ud	Base portafusibles cilíndricos 125A 22X58	Base portafusibles cilíndricos seccionable 125A 22X58	2,94
		1,3,5	Ud	Magnetotérmico Monofásico 32A	Magnetotérmico ABB Monofásico 32A C 6kA	4,76
		1,3,6	Ud	DIFERENCIAL 1P+NEUTRO 40A	DIFERENCIAL 1P+NEUTRO 40A 30MA	16,28
		1,3,7	Ud	Magnetotérmico Monofásico 25A	Magnetotérmico ABB Monofásico 25A C 6kA	4,76
	1,4 Cuadros	1,4,1	Ud	Caja automáticos superficie Hager	Caja automáticos superficie Hager 10 módulos VD110NE C/Puerta	12,47
	1,5 Puesta tierra	1,5,1	Ud	Caja Seccionamiento Tierra 1 salida con tapa transparente	Caja Seccionamiento Tierra 1 salida con tapa transparente	11,44
		1,5,2	m	Cobre desnudo 35mm2	Cobre desnudo 35mm2	12,35
		1,5,3	Ud	Pica Cobre 1 metros 100 micras	Pica Cobre 1 metros 100 micras	6,77
	1,6 Pequeño material	1,6,1	%	Pequeño material	Pequeño material	9079,65
	1,7 Mano de obra	1,7,1	h	Mano de Obra de 2 Obreros	Mano de obra para las tareas de adecuación, montaje, instalación y puesta en marcha del sistema. Seguridad social incluida.	8
		1,7,2	Ud	Juego de seguridad trabajo en altura	Alquiler de equipo doble para trabajo en altura, incluye: Guantes, Cascos, Cuerdas, arneses,	198,73
	1,8 Seguridad y prestaciones	1,8,1	Ud	Día Prestaciones y seguridad dos obreros	Pago obligatorio de prestaciones, seguro social, y seguro de riesgos laborales	26,3
2 Solar Termica	2,1 Equipos	2,1,1	Ud	Captador Solar ESCOSOL SOL 2800	Capt Solar ESCOSOL SOL 2800 XBA 2,8 m2	346,28
		2,1,2	Ud	Interacumulador Cv-500 M1P	Interacumulador de 500 L	1649,58
		2,1,3	Ud	Bomba de recirculación Grundfos Alpha	Bomba de recirculación Grundfos Alpha caudal de 2,4m3/h	115,05
		2,1,4	m	Tubería de cobre de 20/22 mm	Tubería de cobre de 20/22 mm	2,33
		2,1,5	Ud	Caldera	Caldera de apoyo	1107,44
	2,2 Valvulas, Aislamientos y pequeño material	2,2,1	%	Valvulas, aislamientos y pequeño material	Valvulas, aislamientos y pequeño material	3264,95
	2,3 Mano de obra	1,7,1	h	Mano de Obra de 1 Obrero	Mano de obra para las tareas de adecuación, montaje, instalación y puesta en marcha del sistema. Seguridad social incluida.	8
	2,4 Seguridad y prestaciones	1,8,1	Ud	Día Prestaciones y seguridad 1 obrero	Pago obligatorio de prestaciones, seguro social, y seguro de riesgos laborales	26,3

1.3. Presupuesto de ejecución material (PEM).

		Cod	Ud	Nombre	Descripción	Cantidad	Precio/ud	Total
1 Solar FV	1,1 Equipos	1,1,1	Ud	Panel Fotovoltaico ERA 340 wp y 38,5 V	Paneles fotovoltaicos policristalinos de 340 wp y 38,5 V de tensión nominal , encargados de generar la energía a partir de la radiación solar. Estos se encontraran en el tejado sur y estarán interconectados mediante 5 ramas de 2 paneles en serie cada una.	10	111,9	1119
		1,1,2	Ud	Bateria Enersol 48V 895Ah	Batería 48V 895Ah Estacionaria 24 Vasos, acumulador del sistema FV	1	5026,38	5026,38
		1,1,3	Ud	Regulador SmartSolar 150V 100A	Controlador de carga SmartSolar MPPT 150/100-Tr	1	680	680
		1,1,4	Ud	Inversor Phoenix 48V 5kw	Inversor Phoenix 48V 5kw con una potencia pico de 10kw	1	1470,08	1470,08
	1,2 Cableado	1,2,1	m	Cable RZ1-K Flexible 1X 70 mm.	Cable dedicado a conectar el campo fotovoltaico con el regulador, y este con la batería y el inversor. RZ1-K Flexible 1X 70 mm.1000v Libre de Halógeno -CPR-	50	7,04	352
		1,2,2	Ud	Rollo cable 100mtrs 16 mm.	Rollo cable 100mtrs 16 mm. Flexible.Libre de Halógeno -CPR-	1	136,2	136,2
	1,3 Protecciones	1,3,1	Ud	Fusible 50A 14x51	Fusible 50A 14x51	2	3,95	7,9
		1,3,2	Ud	Fusible Cilindrico 125A 22X58	Fusible Cilindrico 125A 22X58	4	1,85	7,4
		1,3,3	Ud	Base portafusibles 50A 14X51	Base portafusibles 50A 14X51	2	8,97	17,94
		1,3,4	Ud	Base portafusibles cilíndricos 125A 22X58	Base portafusibles cilíndricos seccionable 125A 22X58	4	2,94	11,76
		1,3,5	Ud	Magnetotérmico Monofásico 32A	Magnetotérmico ABB Monofásico 32A C 6kA	1	4,76	4,76
		1,3,6	Ud	DIFERENCIAL 1P+NEUTRO 40A	DIFERENCIAL 1P+NEUTRO 40A 30MA	1	16,28	16,28
		1,3,7	Ud	Magnetotérmico Monofásico 25A	Magnetotérmico ABB Monofásico 25A C 6kA	4	4,76	19,04
	1,4 Cuadros	1,4,1	Ud	Caja automáticos superficie Hager	Caja automáticos superficie Hager 10 módulos VD110NE C/Puerta	1	12,47	12,47
	1,5 Puesta tierra	1,5,1	Ud	Caja Seccionamiento Tierra 1 salida con tapa transparente	Caja Seccionamiento Tierra 1 salida con tapa transparente	3	11,44	34,32
		1,5,2	m	Cobre desnudo 35mm2	Cobre desnudo 35mm2	10	12,35	123,5
		1,5,3	Ud	Pica Cobre 1 metros 100 micras	Pica Cobre 1 metros 100 micras	6	6,77	40,62
	1,6 Pequeño material	1,6,1	%	Pequeño material	Pequeño material	2%	9079,65	181,593
	1,7 Mano de obra	1,7,1	h	Mano de Obra de 2 Obreros	Mano de obra para las tareas de adecuación, montaje, instalación y puesta en marcha del sistema. Seguridad social incluida.	16	8	128
		1,7,2	Ud	Juego de seguridad trabajo en altura	Alquiler de equipo doble para trabajo en altura, incluye: Guantes, Cascos, Cuerdas, arneses, Botas.	2	198,73	397,46
	1,8 Seguridad y prestaciones	1,8,1	Ud	Día Prestaciones y seguridad dos obreros	Pago obligatorio de prestaciones, seguro social, y seguro de riesgos laborales	2	26,3	52,6
							Total	9.839,30 €
2 Solar Termica	2,1 Equipos	2,1,1	Ud	Captador Solar ESCOSOL SOL 2800	Capt Solar ESCOSOL SOL 2800 XBA 2,8 m2	1	346,28	346,28
		2,1,2	Ud	Interacumulador Cv-500 M1P	Interacumulador de 500 L	1	1649,58	1649,58
		2,1,3	Ud	Bomba de recirculación Grundfos Alpha	Bomba de recirculación Grundfos Alpha caudal de 2,4m3/h	1	115,05	115,05
		2,1,4	m	Tubería de cobre de 20/22 mm	Tubería de cobre de 20/22 mm	20	2,33	46,6
		2,1,5	Ud	Caldera	Caldera de apoyo	1	1107,44	1107,44
	2,2 Valvulas, Aislamientos y pequeño material	2,2,1	%	Valvulas, aislamientos y pequeño material	Valvulas, aislamientos y pequeño material	8%	3264,95	261,196
	2,3 Mano de obra	1,7,1	h	Mano de Obra de 1 Obrero	Mano de obra para las tareas de adecuación, montaje, instalación y puesta en marcha del sistema. Seguridad social incluida.	8	8	64
	2,4 Seguridad y prestaciones	1,8,1	Ud	Día Prestaciones y seguridad 1 obrero	Pago obligatorio de prestaciones, seguro social, y seguro de riesgos laborales	1	26,3	26,3
							Total	3.616,45 €
SUMA TOTAL					13.455,75 €			

1.4. Presupuesto de ejecución por contrata (PEC).

FV	PEM	9.839,30 €
	Gastos Generales (7%)	688,75 €
	Beneficio Industrial (5%)	491,97 €
	Total	11.020,02 €
	IVA (21%)	2.314,20 €
	Total	13.334,22 €

TERMICA	PEM	3.616,45 €
	Gastos Generales (7%)	253,15 €
	Beneficio Industrial (5%)	180,82 €
	Total	4.050,42 €
	IVA (21%)	850,59 €
	Total	4.901,01 €

Conjunto	PEM	13.455,75 €
	Gastos Generales (7%)	941,90 €
	Beneficio Industrial (5%)	672,79 €
	Total	15.070,44 €
	IVA (21%)	3.164,79 €
	Total	18.235,23 €

En Autol, a 9 de junio de 2020



Fdo: Marcos Muñoz Pérez

5. ESTUDIO ECONÓMICO.

ÍNDICE ESTUDIO ECONÓMICO

1. Estudios económicos.....	174
1.1. Estudio económico sistema térmico ACS.....	174
1.1.1. Sin tener en cuenta costes comunes.....	175
1.1.2. Teniendo en cuenta costes comunes.....	175
1.2. Estudio económico sistema FV.....	176
1.2.1. Sin tener en cuenta costes comunes.....	177
1.2.2. Teniendo en cuenta costes comunes.....	177
1.3. Estudio económico TOTAL.....	177
1.3.1. Sin tener en cuenta costes comunes.....	177
1.3.2. Teniendo en cuenta costes comunes.....	177

1. Estudios económicos.

Con los datos que se reflejan en el capítulo anterior “presupuesto”, vamos a realizar el estudio económico de las instalaciones FV y térmica de ACS por separado y en conjunto. Para todos los casos se realizará el estudio primero sin tener en cuenta los costes de elementos comunes (los que se utilizarían también en caso de no realizar la instalación) y segundo, teniéndolos en cuenta.

1.1. Estudio económico sistema térmico ACS.

En primer lugar definimos los tipos de costes que existen en un contrato de gas para ACS:

Término fijo (3.1)	4,25	€/mes
Término variable	0,0585	€/kwh
Impuesto de hidrocarburos	0,00234	€/kwh
Alquiler de equipos	0,74	€/mes
IVA	21	%

Estos precios son los reales en una factura promedio a inicios de 2020.

Conocidos estos precios, el siguiente paso es saber cuánto nos gastaríamos al año si **no** tuviésemos el sistema térmico de ACS. Para ello basta con saber el consumo en kWh térmicos de cada mes y multiplicarlo por los términos variable y el impuesto de hidrocarburos, y sumar todo. Tras esto se aplicara el IVA:

Mes	Consumo [kwh/mes]	Termino Variable [€]	Impuesto hidrocarburo [€]	Termino fijo [€]	Alquiler equipos [€]	Total	Total con IVA
Enero	121,7304	7,1212284	0,284849136	4,25	0,74	12,3960775	14,9992538
Febrero	80,12900231	4,68754664	0,187501865	4,25	0,74	9,8650485	11,9367087
Marzo	86,1040849	5,03708897	0,201483559	4,25	0,74	10,2285725	12,3765728
Abril	158,3455176	9,26321278	0,370528511	4,25	0,74	14,6237413	17,694727
Mayo	181,5469734	10,6204979	0,424819918	4,25	0,74	16,0353179	19,4027346
Junio	321,9091482	18,8316852	0,753267407	4,25	0,74	24,5749526	29,7356926
Julio	425,3825264	24,8848778	0,995395112	4,25	0,74	30,8702729	37,3530302
Agosto	546,9203911	31,9948429	1,279793715	4,25	0,74	38,2646366	46,3002103
Septiem	321,9091482	18,8316852	0,753267407	4,25	0,74	24,5749526	29,7356926
Octubre	96,8250525	5,66426557	0,226570623	4,25	0,74	10,8808362	13,1658118
Noviem	64,57806367	3,77781672	0,151112669	4,25	0,74	8,91892939	10,7919046
Diciem	75,12093966	4,39457497	0,175782999	4,25	0,74	9,56035797	11,5680331
						Total	255,060372

Ahora el siguiente paso es saber cuánto nos gastaríamos al año si **si** tuviésemos el sistema térmico de ACS. Para ello basta con saber el consumo en kWh térmicos de cada mes (este es el déficit de energía que tenemos para llegar a cubrir el 100% de la demanda) y multiplicarlo por los términos variable y el impuesto de hidrocarburos, y sumar todo. Tras esto se aplicara el IVA:

Mes	Consumo [kwh/mes]	Termino Variable [€]	Impuesto hidrocarburo [€]	Termino fijo [€]	Alquiler equipos [€]	Total	Total con IVA
Enero	51,55437019	3,01593066	0,120637226	4,25	0,74	8,12656788	9,83314714
Febrero	9,436508484	0,55203575	0,02208143	4,25	0,74	5,56411718	6,73258178
Marzo	0	0	0	4,25	0,74	4,99	6,0379
Abril	7,449981824	0,43582394	0,017432957	4,25	0,74	5,44325689	6,58634084
Mayo	5,757782281	0,33683026	0,013473211	4,25	0,74	5,34030347	6,4617672
Junio	91,15900388	5,33280173	0,213312069	4,25	0,74	10,5361138	12,7486977
Julio	153,9943156	9,00866746	0,360346699	4,25	0,74	14,3590142	17,3744071
Agosto	276,5719415	16,1794586	0,647178343	4,25	0,74	21,8166369	26,3981307
Septiem	125,2407592	7,32658442	0,293063377	4,25	0,74	12,6096478	15,2576738
Octubre	1,830502544	0,1070844	0,004283376	4,25	0,74	5,10136777	6,17265501
Noviem	11,02602329	0,64502236	0,025800894	4,25	0,74	5,66082326	6,84959614
Diciem	18,73530546	1,09601537	0,043840615	4,25	0,74	6,12985598	7,41712574
						Total	127,870023

De esta forma, al año nos estamos ahorrando:

$$Ahorro_{termico} = 255.06 - 127.87 = 127.19 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

1.1.1. Sin tener en cuenta costes comunes.

Estos costes comunes son básicamente la caldera y el porcentaje de pequeño material que representa.

De esta forma la inversión inicial tendría un valor de:

$$Inv. Inicial_{SIN} = 3280.14 \text{ €}$$

Así pues el periodo de retorno sería de:

$$PR = \frac{Inv. Inicial_{SIN}}{Ahorro_{termico}} = \frac{3280.14}{127.19} = 25.8 \text{ años}$$

1.1.2. Teniendo en cuenta costes comunes.

Como se ve en el capítulo anterior “presupuesto”, la inversión inicial tendría un valor de:

$$Inv. Inicial_{CON} = 4901.0 \text{ €}$$

Así pues el periodo de retorno sería de:

$$PR = \frac{Inv. Inicial_{CON}}{Ahorro_{termico}} = \frac{4901.0}{127.19} = 38.5 \text{ años}$$

1.2. Estudio económico sistema FV.

En primer lugar definimos los tipos de costes que existen en un contrato de Electricidad:

Tarifa 2.0A

Termino Variable	0,145137	€/kWh
Termino Fijo	0,115187	€/kW/día
Impuesto electrico	5,1127	%
Alquiler equipos	1,63	€/mes
IVA	21	%

Estos precios son los reales en una factura promedio a inicios de 2020.

También debemos tener en cuenta que para un nuevo suministro hay que pagar unas cuotas y derechos (solo una vez):

CPM	500	€
Cuota extension	17,3747	€
Cuota acceso	19,703	€
derechos enganche	9,0447	€
Derechos verificacion	8,011716	€
Derechos de supervision	101,52	€
Coste total CONEXIÓN	655,65412	€

$$Cost. Conex_{Elec} = 655.65 \text{ €}$$

Conocidos estos precios, el siguiente paso es saber cuánto nos gastaríamos al año si **no** tuviésemos el sistema FV. Para ello basta con saber el consumo en kWh de cada mes y multiplicarlo por el término variable, y sumarle el término fijo previa multiplicación por la potencia contratada, aplicarle el impuesto eléctrico, sumar el alquiler de los equipos, y por último se aplicara el IVA:

Mes	Consumo [kwh/mes]	Potencia contratada [kW]	Dias del mes	Termino Variable [€]	Termino fijo [€]	Impuesto Electrico [€]	Alquiler equipos [€]	Total [€]	Total con IVA [€]
Enero	108,5475	5	31	15,7542585	17,853985	1,71828867	1,63	36,956532	44,7174039
Febrero	119,919143	5	28	17,4047046	16,12618	1,71433354	1,63	36,875218	44,619014
Marzo	116,288	5	31	16,8776915	17,853985	1,77572642	1,63	38,137403	46,1462575
Abril	210,8225	5	30	30,5981452	17,27805	2,44776623	1,63	51,953961	62,8642933
Mayo	224,9475	5	31	32,6482053	17,853985	2,58202548	1,63	54,714216	66,2042011
Junio	252,105	5	30	36,5897634	17,27805	2,75409969	1,63	58,251913	70,4848148
Julio	336,92	5	31	48,899558	17,853985	3,4129084	1,63	71,796451	86,8737062
Agosto	446,99	5	31	64,8747876	17,853985	4,22967396	1,63	88,588447	107,19202
Septiem	321,8775	5	30	46,7163347	17,27805	3,27184091	1,63	68,896226	83,364433
Octubre	107,51	5	31	15,6036789	17,853985	1,71058998	1,63	36,798254	44,5258872
Noviem	89,4075	5	30	12,9763363	17,27805	1,54681601	1,63	33,431202	40,4517548
Diciem	105,105	5	31	15,2546244	17,853985	1,69274387	1,63	36,431353	44,0819374
Total								741,525724	741,525724

De esta forma, al año nos estamos ahorrando:

$$Ahorro_{electrico} = 741.52 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

1.2.1. Sin tener en cuenta costes comunes.

Estos costes comunes son básicamente los cuadros eléctricos, metros de cable, la puesta a tierra de protección de las partes metálicas de los apartamentos, etc.

De esta forma la inversión inicial tendría un valor de:

$$Inv. Inicial_{SIN} = 12970.49 \text{ €}$$

Así pues el periodo de retorno sería de:

$$PR = \frac{Inv. Inicial_{SIN} - Cost. Conex_{Elec}}{Ahorro_{Electrico}} = \frac{12970.49 - 655.65}{741.52} = 16.6 \text{ años}$$

1.2.2. Teniendo en cuenta costes comunes.

Como se ve en el capítulo anterior “presupuesto”, la inversión inicial tendría un valor de:

$$Inv. Inicial_{CON} = 13334.22 \text{ €}$$

Así pues el periodo de retorno sería de:

$$PR = \frac{Inv. Inicial_{CON} - Cost. Conex_{Elec}}{Ahorro_{Electrico}} = \frac{13334.22 - 655.65}{741.52} = 17.1 \text{ años}$$

1.3. Estudio económico TOTAL.

1.3.1. Sin tener en cuenta costes comunes.

La suma de los dos casos. De esta forma la inversión inicial tendría un valor de:

$$Inv. Inicial_{SIN} = 16250.63 \text{ €}$$

Así pues el periodo de retorno sería de:

$$PR = \frac{Inv. Inicial_{SIN} - Cost. Conex_{Elec}}{Ahorro_{Electrico} + Ahorro_{termico}} = \frac{16250.63 - 655.65}{741.52 + 127.19} = 17.95 \text{ años}$$

1.3.2. Teniendo en cuenta costes comunes.

Como se ve en el capítulo anterior “presupuesto”, la inversión inicial total tendría un valor de:

$$Inv. Inicial_{CON} = 18235.23 \text{ €}$$

Así pues el periodo de retorno sería de:

$$PR = \frac{Inv. Inicial_{CON} - Cost. Conex_{Elec}}{Ahorro_{Electrico} + Ahorro_{termico}} = \frac{18235.23 - 655.65}{741.52 + 127.19} = 20.23 \text{ años}$$

En Autol, a 9 de junio de 2020





Fdo: Marcos Muñoz Pérez

6.PLANOS.

ÍNDICE PLANOS



1. Localización.	180
1.1. Ubicación geográfica.	180
1.2. Situación.	181
1.3. Emplazamiento.	182
2. Datos edificio.	183
2.1. Planta y medidas edificio.	183
2.2. Planta y perfil tejado.	184
3. Distribuciones.	185
3.1. Disposición paneles solares y colector térmico en el plano del tejado sur.	185
3.2. Distribución aparatos en cuarto de aparamenta.	186
3.3. Distribución del cableado y líneas.	187
4. Esquemas.	188
4.1. Conexionado paneles FV.	188
4.2. Esquema instalación FV.	189
4.3. Esquema Eléctrico Unifilar.	190
4.4. Tierras de la instalación.	191
5. Instalación solar térmica.	192
5.1. Esquema instalación solar térmica.	192



	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1-500000					Nº 1.1
	Ubicación Geográfica				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por





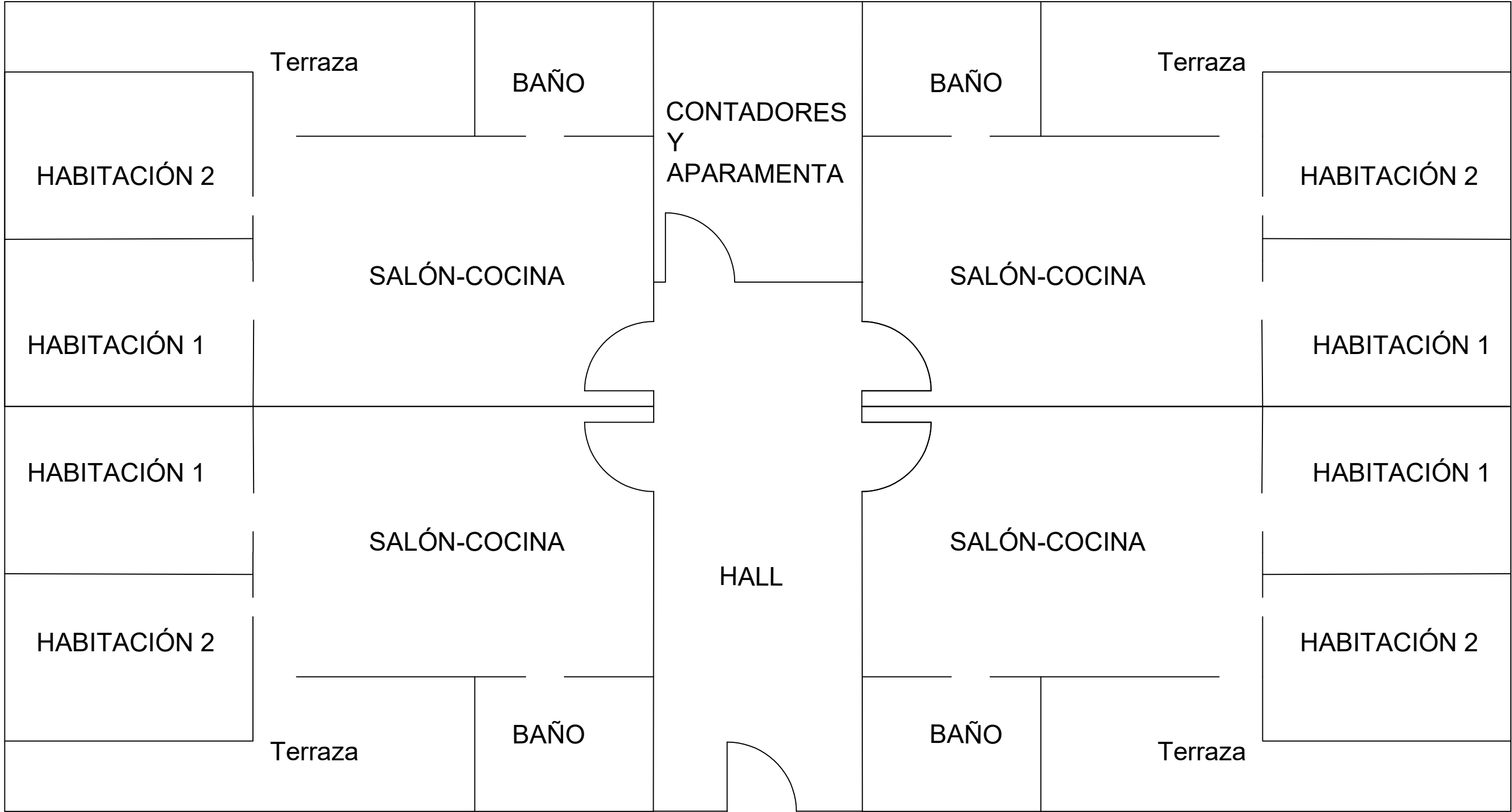
Coordenadas: 42°34'19.2"N
2°51'42.6"W

	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1-12000					Nº 1.2
	Situación				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por



Coordenadas: 42°34'19.2"N
2°51'42.6"W

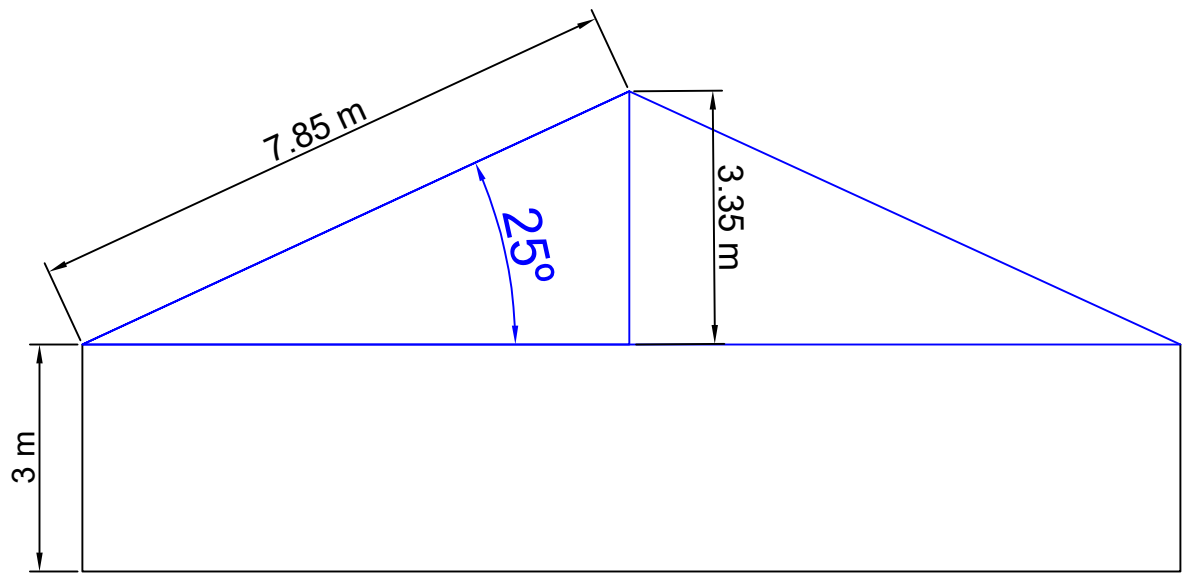
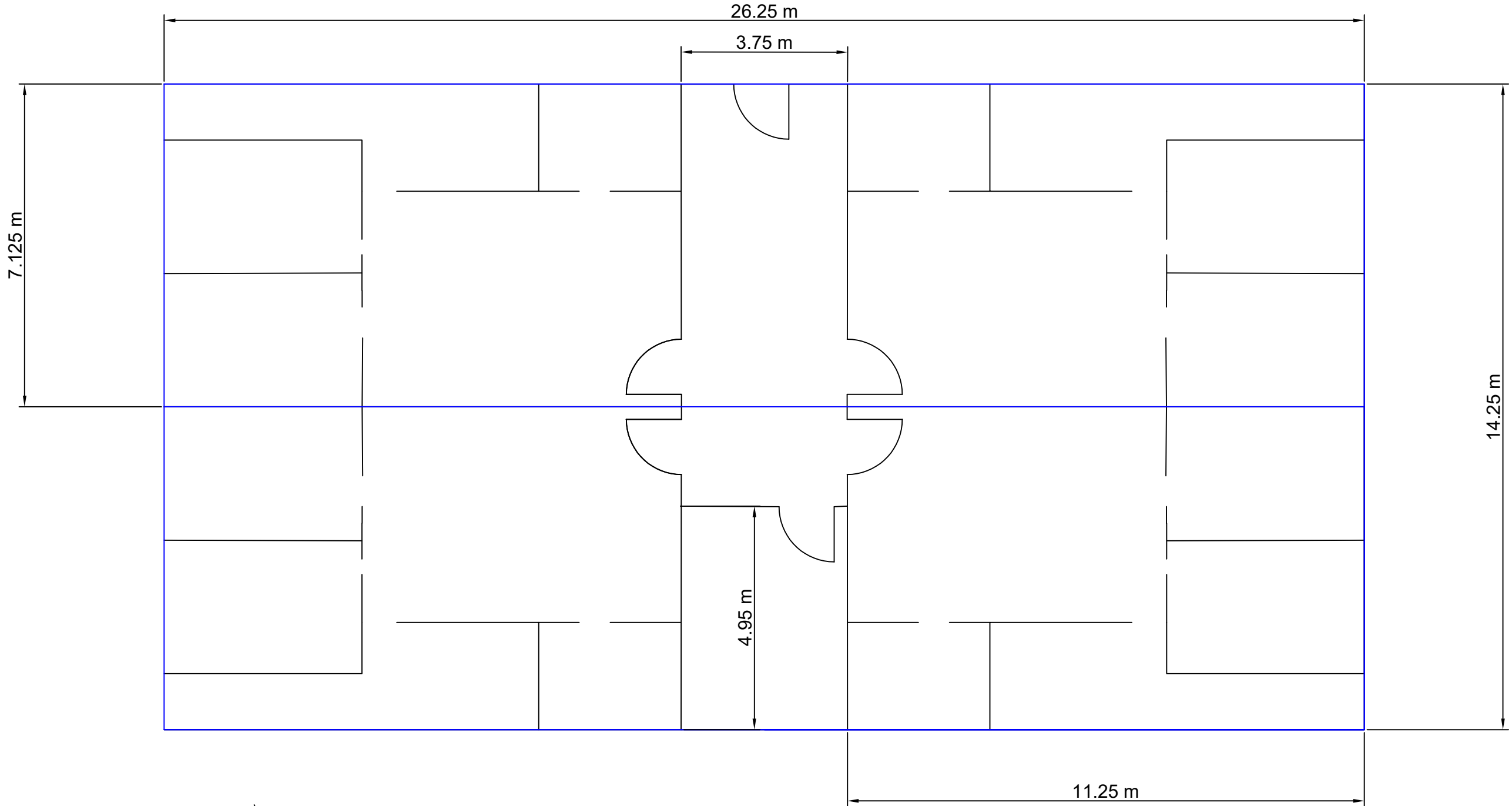
	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1-500					Nº 1.3
	Emplazamiento				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por





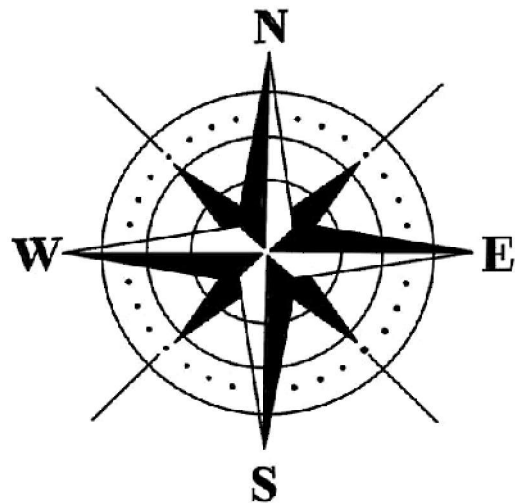
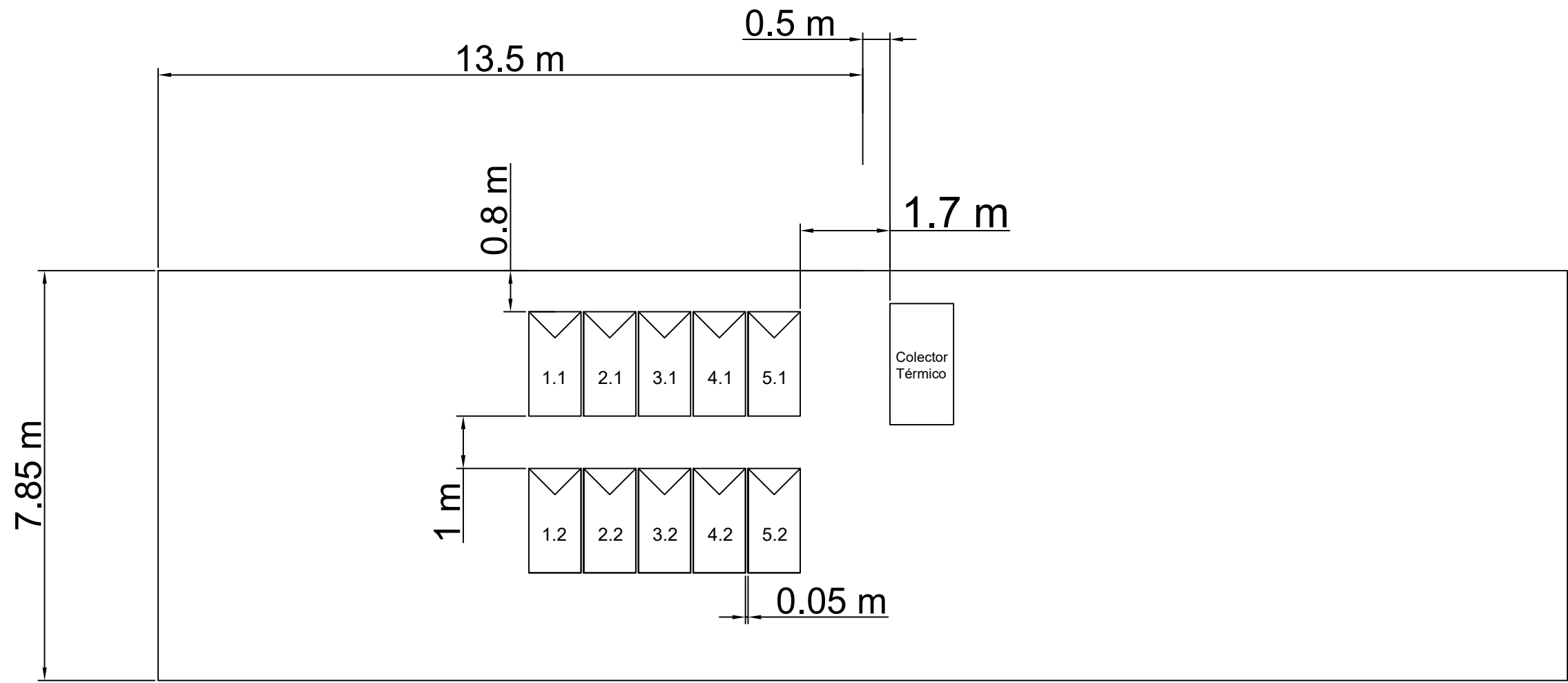
	Alto [m]	Ancho [m]	Total [m2]
Apartamento	7,125	11,25	80,15625
Zonas comunes	9,375	3,75	35,15625
Cuarto Aparamenta	4,95	3,75	18,5625
Total Edificio	14,25	26,25	374,0625




	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1/75					Nº 2.1
	Planta y medidas edificio				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por

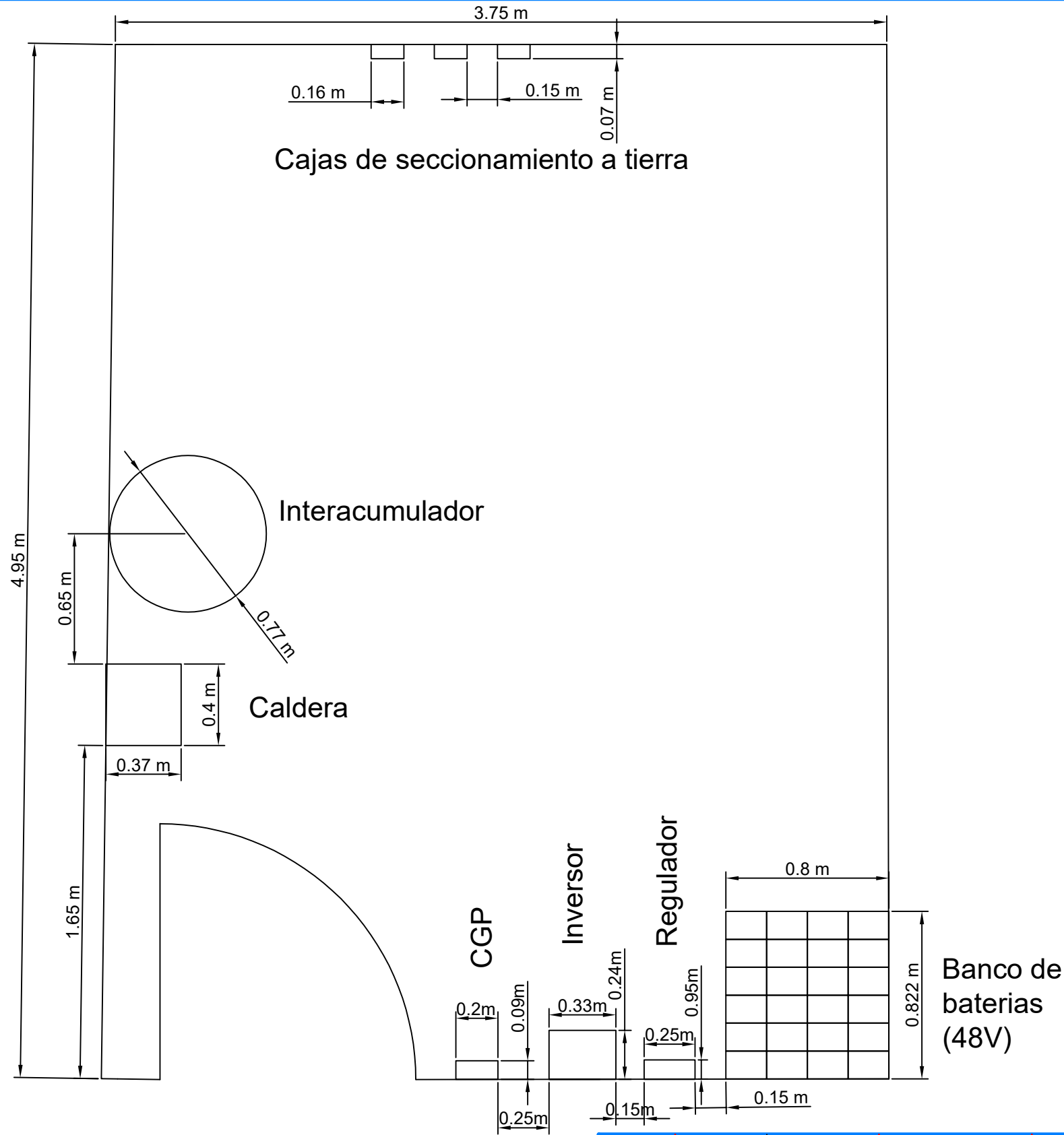


	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1/100					Nº 2.2
	Planta y perfil tejado				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por

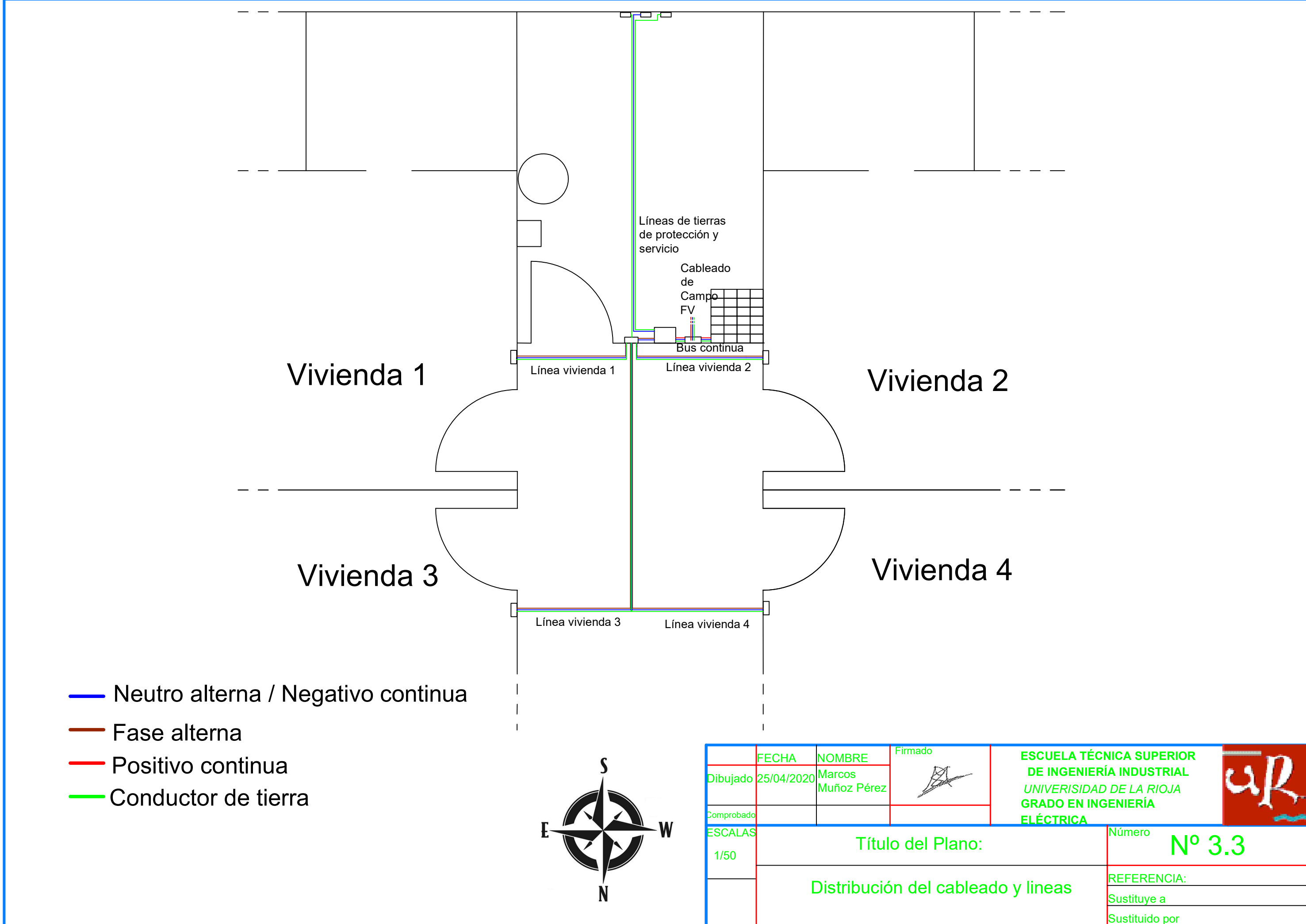


	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1/100					Nº 3.1
	Disposición paneles solares y colector térmico en el plano del tejado sur				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por

Cuarto de
aparamenta



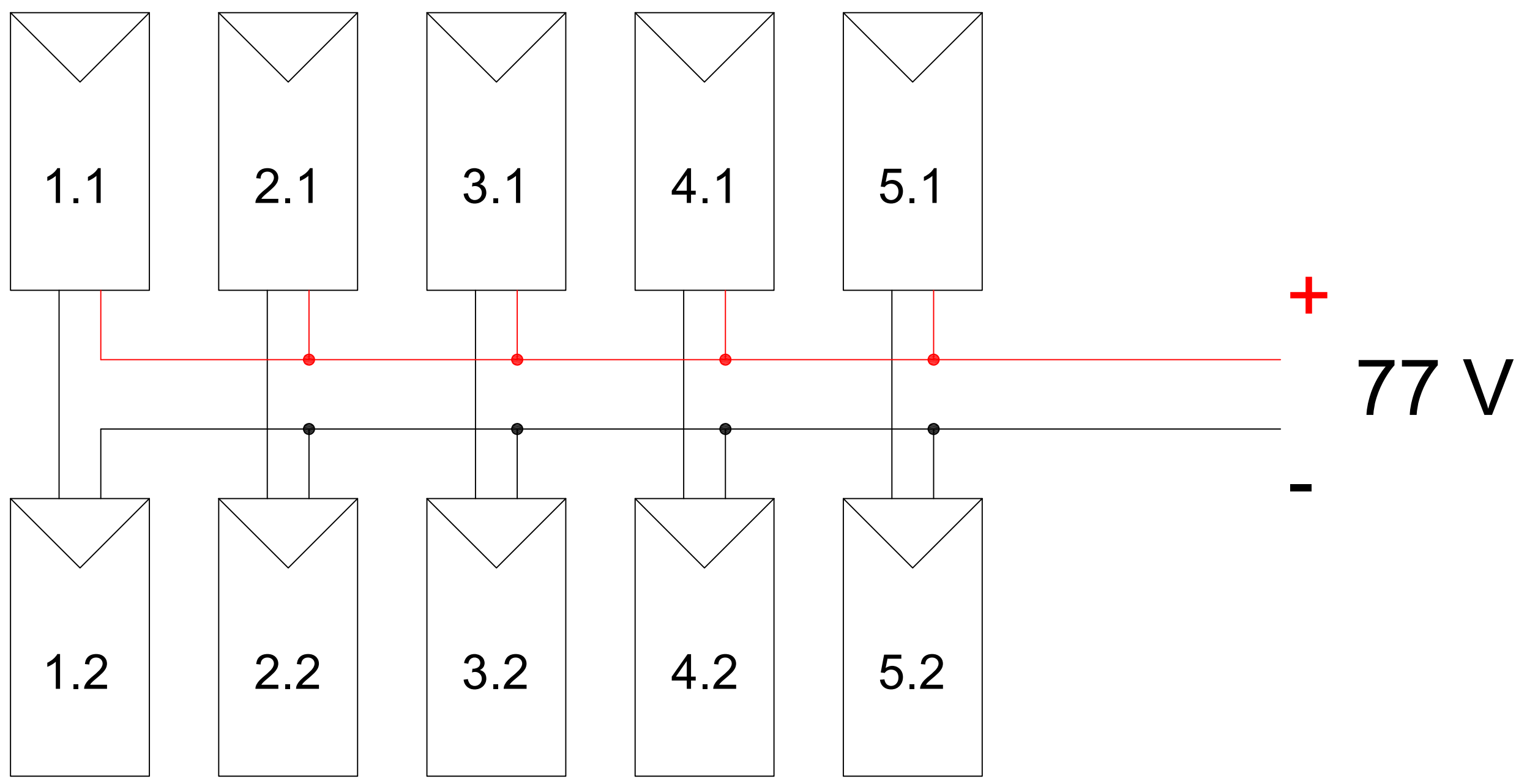
	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1/25					Nº 3.2
	Distribución aparatos en cuarto de aparamenta				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por





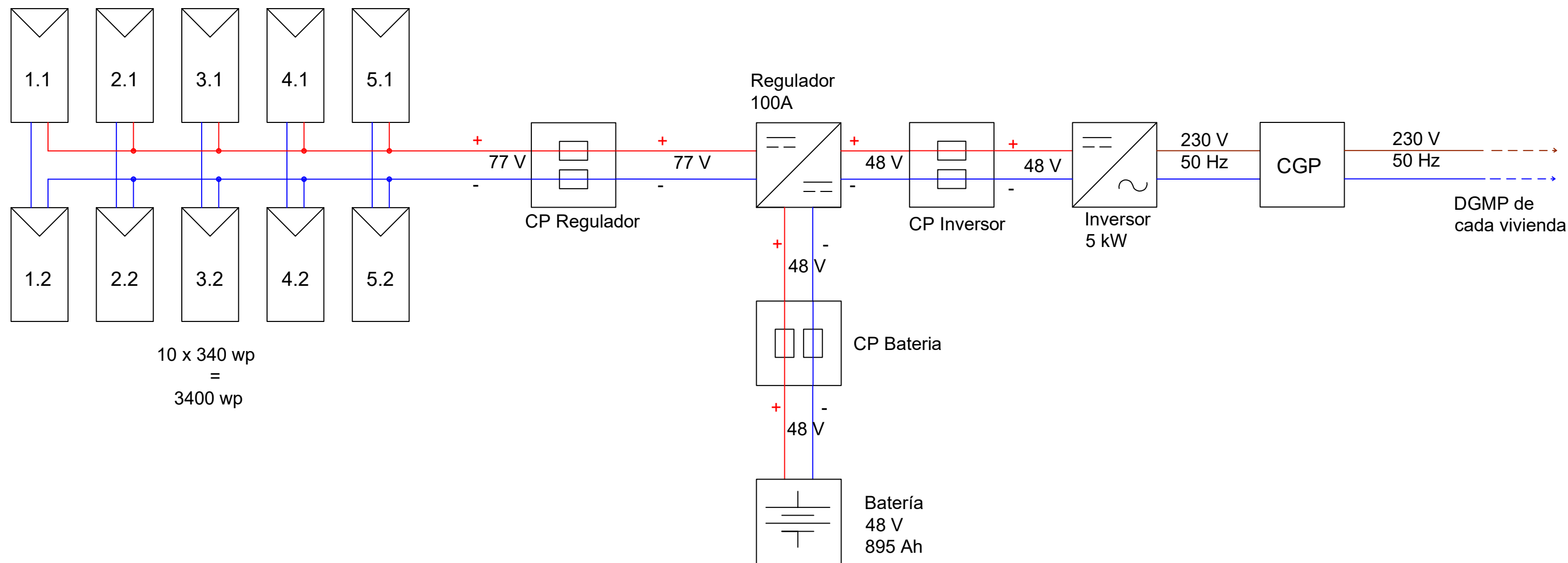
- Neutro alterna / Negativo continua
- Fase alterna
- Positivo continua
- Conductor de tierra





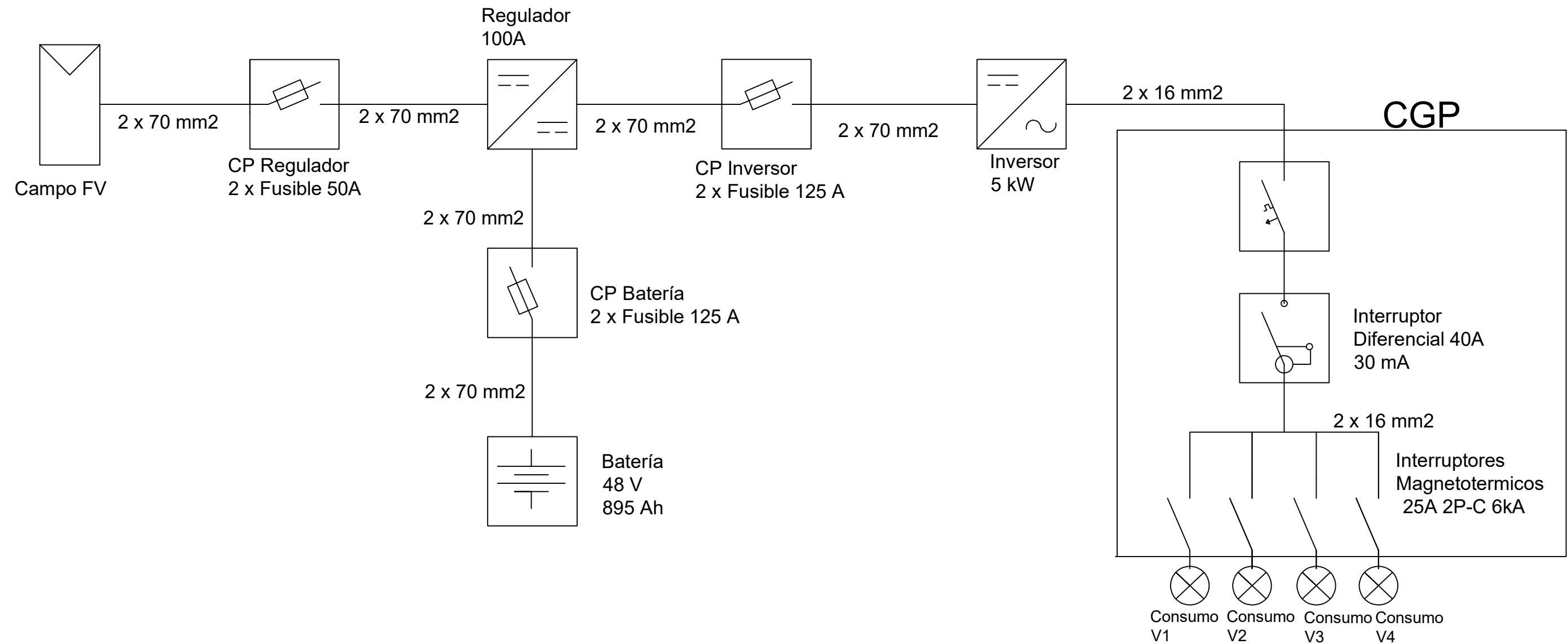
	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1/50					Nº 3.3
	Distribución del cableado y líneas				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por





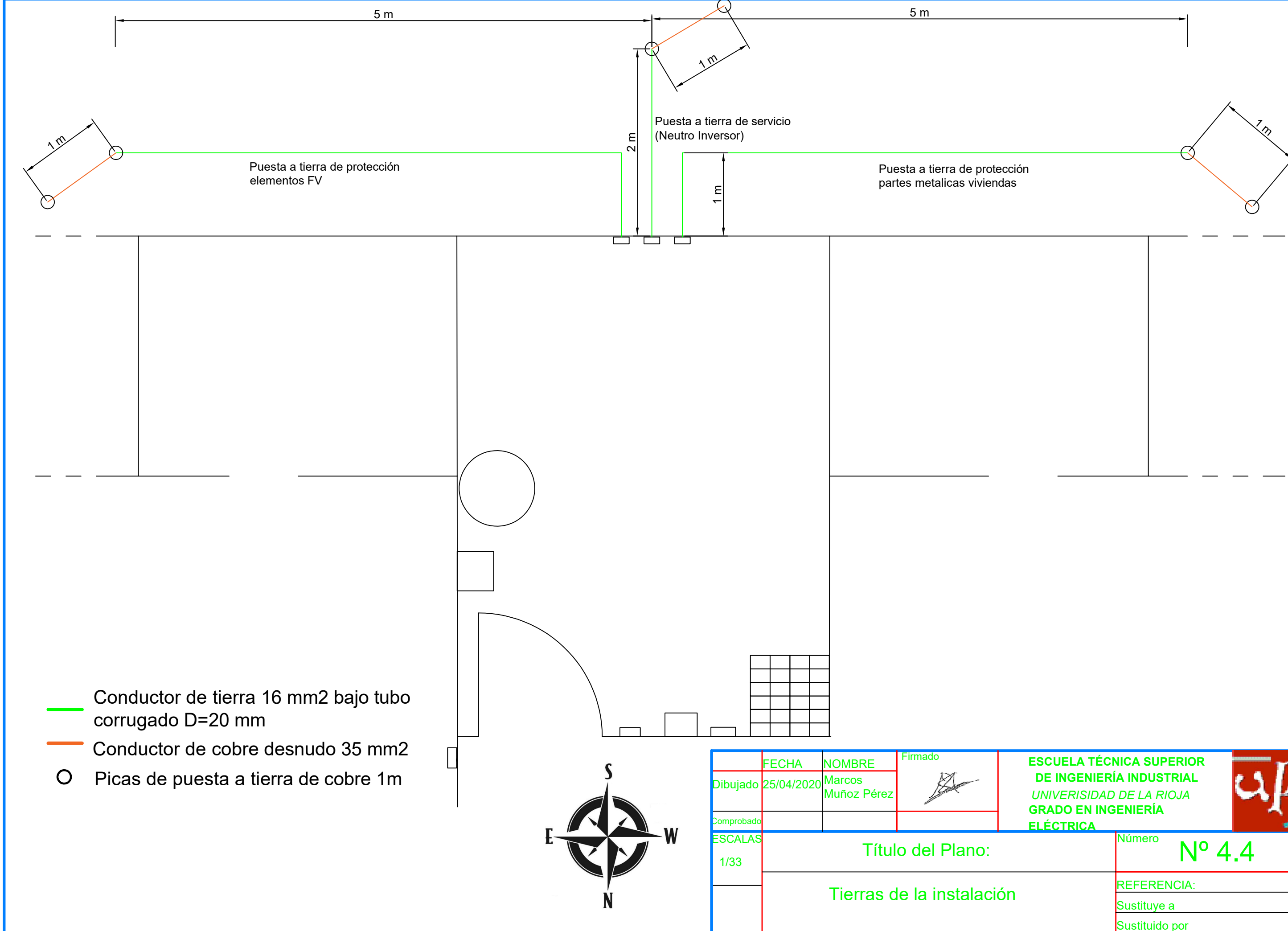
	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
1/33					Nº 4.1
	Conexionado paneles FV				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por



	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
S-E					Nº 4.2
					REFERENCIA:
	Esquema instalación				Sustituye a
					Sustituido por

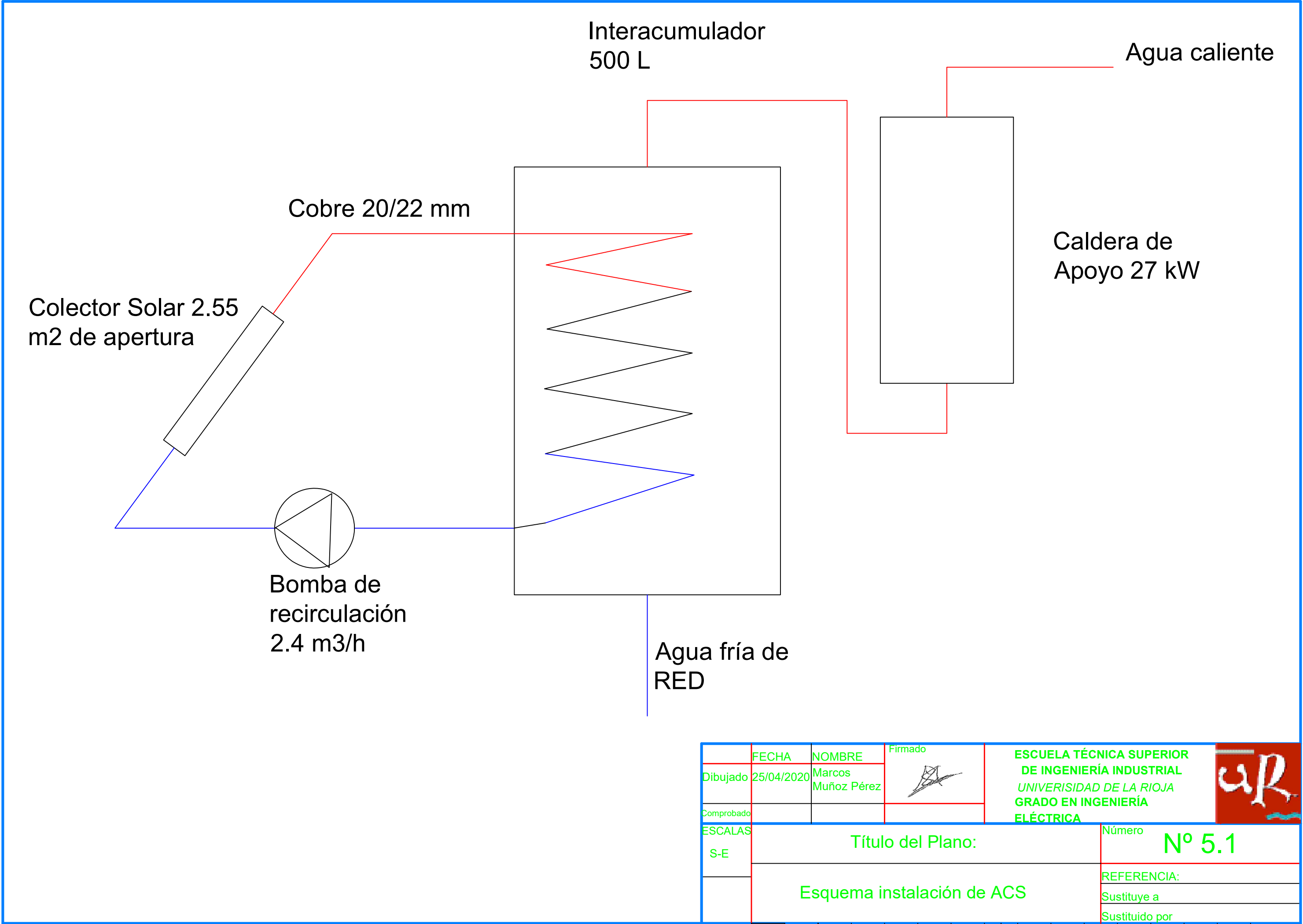


	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
S-E					Nº 4.3
	Esquema Eléctrico Unifilar				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE	Firmado	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Dibujado	25/04/2020	Marcos Muñoz Pérez			
Comprobado					
ESCALAS	Título del Plano:				Número
S-E					Nº 5.1
	Esquema instalación de ACS				REFERENCIA:
					Sustituye a
					Sustituido por